

機械が問いを作る

2018年4月

岩間憲三

キーワード：機械の内省，内的モデルの更新と内省，機械による発見，機械がやる帰納と演繹，もともと保持する能力と獲得する能力

あらまし

ここでは、機械が、“5進数”を発見 / 獲得し、“いくつかあるか”聞く”ことを獲得し、さらに、“”長方形の辺の長さ”を求める”問いを作るにいたる過程、その可能性を述べる。機械は、はじめから、いくつかの機能（能力）を保持し、さらにいくつかの機能（能力）を獲得するとする。そこで、何を保持していて、何が起こると、機械は、5進数の使用を開始し、いくつかあるか聞くようになり、いくつかあるか求めることを行うようになるかを示す。

機械は、限られた窓からの入力と限られた能力（ここでは記憶の仕方による限定）によって、外界を捉え、捉えたのを保持する。結果、捉えた外界は限定されている。問いを作り返答を得るのは、都度、限定して捉えたのを、より限定しない捉え方に改版する、一つの方法だ。すでに捉えたことと、今得ていることに差を見出すと、機械は、その差に対処しようとする。問いを作り返答を得るのは、対処の一つの方法だが、対処しようとするのが、機械に内省を行わせる。機械は、さらに、隣の機械に、より限定されない捉え方を獲得させるために、問いを作り、それをやらせる。何をどのようにやらせるかを作ろうとするとき、機械は内省する。

ところで、外界をより限定されないように捉えるのだが、機械は、外界の何かに焦点をあてる。つまり限定して外界を見る。あるいは、機械は、隣の機械に、より限定されない捉え方をさせるが、何について捉えるのかを選ぶ。外界の何に焦点をあてるか、隣の機械に何を捉えさせるか、それらを、機械が、自発的に行うことを、ここで述べるには至っていない。人が与える。

ここで述べたことの実証的な検証を、少しずつ行っている。それらについては、別途、述べる。

1. はじめに

ここでは、機械が、どのような経過をたどって、「いくつ / どれだけ」を求める（あるいは求めさせる）こと（問い）を作るようになるか、1つの可能性を述べる。機械は、はじめから、いくつかの能力（機能、働き）を保持し、すでに、いくつかのことを獲得しているとする。そこで、何をするとき、「いくつ」と聞き、「数」を使い、そして「問い」を作るようになるかを述べる。

機械は、外界、隣にいる機械も含め、からの入力を得て、入力中に規則を見出す。見出した規則を使って、次に起こるだろうことを予測する。あるいは、規則が実現するように外界を変える（つまり出力する）。

ところが、1) すでに見出した規則は、限られた範囲からの入力に見出したものなので、さらなる入力があると、成り立たないことが起こる。すでに見出した規則と、それとは異なる入力とを統合するために、機械は、それら全体を取り込み、一段高い規則を見出す。あるいは、2) さらなる入力があるとき、すでに見出した、この規則が成り立つはずで、それを使えるはずということが起こる。しかし、その規則を使うには、入力に足りないことがある。足りないとみなすとき、機械は、それを得るためどうするか、その方法を創る（獲得する）。

今、その概略を述べたことを行う機械は、はじめから、保持する能力（機能、働き）と、その後、獲得する能力（機能、働き）、見出した規則を使う仕組み、両方を使う。機械は、それらを内部でどのように保持し、使うかを述べる。はじめから保持する能力（機能、働き）を、人は、今あるプログラミング言語を使って実現する。機械が得る能力（機能、働き）を、機械は、すでにプログラミングされた要素を組み合わせ、実現する。

2. 問いを作るに至る過程

2.1 5進法を作る

5進法をやりだす動機は、たてた目的（区切った終わりの状態）を得られないので、目的に到達するよう、すでに作った仕組みを試すことで起こる。以下に、その展開を述べる。

機械は、何か動作（一連の駆動系への指示に区切りをつけたもの、繰り返し行うことができる一連の指示） / 作業（区切りをつけたいくつかの動作）と、何か記号とを結びつけている。（ここでは、動作を動作記号として入力する。作業を動作記号の列として入力する。）まっすぐ行く、曲がる、何かをつかむ、何かをとる、それ（とったの）をおく。記号を作るのは、隣の機械と、同じ動作 / 作業をすることが動機となっている。また、はじめの状態と終わりの状態を、隣の機械と同じにするという動機が、”とる”、”おく”などの記号に加え、とる対象を指す記号を付随させる。 ”_（を）とる”、”_（を）おく”。 ”___（へ）行く”。

機械がもともと保持する機能は、まとまりとして同じだけあるかどうかを見る。焦点をあてた2つが、同じか見るときは、型として、1, 2, 3, 4, 5 を作っていて、焦点をあてたのがどの型か見出す。そして比較する。

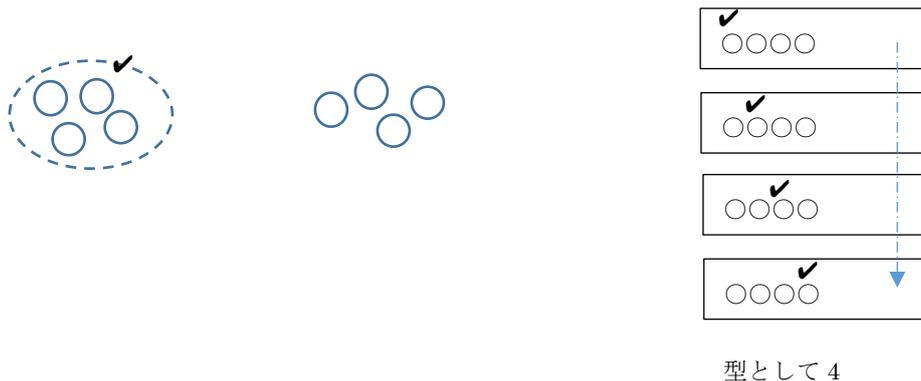


図 2.1 まとまりに焦点をあてる。2つのまとまりは、型として同じ。

すでにやっている、いくつかの一連の動作の中に、石あるいは木材などを「並べて置く」がある。また、一列に並べる、いくつかの列に「並べる」がある。並べるとき、機械は、ひとつずつ個別に焦点を合わせる、ひとつのまとまりに焦点を合わせる、そしてまとまりの方向を見る。図 2.2 参照。



図 2.2 「並べる」と焦点.

一連の動作をやることで、それを始めるとき、対象がばらばらにあること、やった結果、並んでいること、一連の動作を仕組みにしている。結果は目標の状態となる。(ここで注意することは、結果 / 目標は、感覚系と動作の記号列であること、音声記号、たとえば”並べる”でないことだ。また、”並べる”は、目標の状態にする一連の動作と結果と結びつく。)

機械は、別の機械と、共有するため、作業に記号をつける；繰り返す作業から成るが、繰り返しに区切りをつけることで、一つの状態を作るとき、区切りをつけた一連の作業に記号を結びつける。(一つの状態は、機械を含めた外界であって、それらから機械へは、入力として、機械に入るが、その入力に機械の感覚系が求める条件を見出す、そういう機械を含めた外界だ。)

機械は、汎化した「何かを分ける」仕組みを作っている。その仕組みに、たとえば、'○○○に▽▽▽を分ける'を入れると、はじめの状態は、○ ○ ○, ▽▽▽. 終わりの状態は、○ ▽, ○ ▽, ○ ▽. あるいは、'○○○に▽▽▽▽▽▽を分ける'を入れると、はじめの状態は、○ ○ ○, ▽▽▽▽▽▽. 終わりの状態は、○ ▽ ▽, ○ ▽ ▽, ○ ▽ ▽.



図 2.3 分ける作業のはじめと終わり.

機械は、分ける作業を、「▽をとる、○の隣に置く」動作（作業）の繰り返しで行なう。

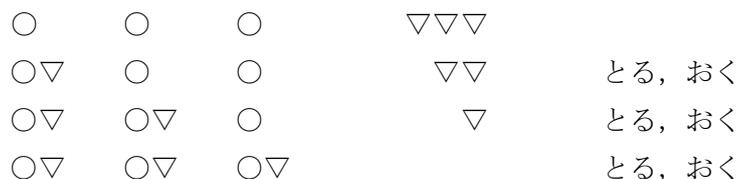


図 2.4 分ける作業の動作列.

作業をやった結果、▽が同じだけ、それぞれの○のところにある。こうした作業をやることで、機械は、はじめ、一つにまとまってあった対象が、いくつかのところに、まとまりとして同じだけあるようにする一連の作業を、記号”分ける”あるいは”・を分ける”と結びつけている。ここで”・”は、汎化した対象の記号だ。目的の状態は、作業の結果できるいくつかのまとまりが互いに同じになることだ（と推測する）。（機械がもともとから保持する機能が、いくつかをまとまりとして見る。また、まとまりを構成する要素が5までならば、2つのまとまりが同じかどうか見る。）

そこで、▽が多くなるとする。そして機械は、それらを分けるとする。

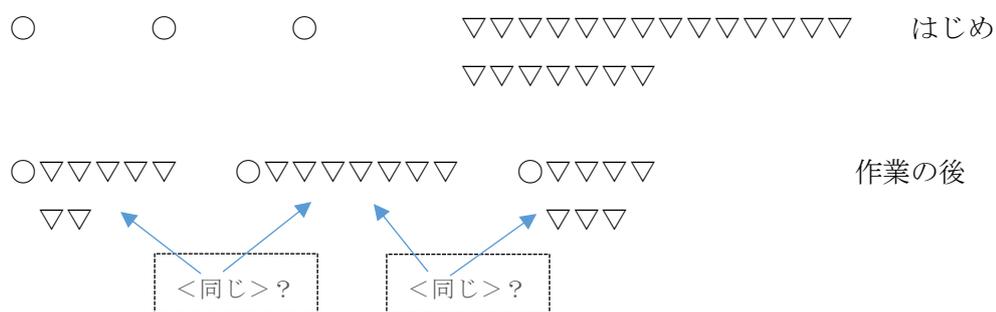


図 2.5 多くの▽がある場合。すでにやったのと同じように、▽を、とって○の隣に置く。

別の機械が分けた結果だけを見ると、▽が同じだけ、○のところにあると言えない。機械は、一つの○のところにある、並ぶ▽の長さ、あるいは▽の並びを▽の繰り返しで一時的に記憶して、もう一つの○のところにある、それと比較する。このとき、並ぶ▽が5を超えると、並ぶ▽の長さ方向の移動、あるいは▽の繰り返しを、圧縮して記憶する。従って、6回以上

の繰り返しを、そのままの形で記憶しないので、6以上になると、多少（大小）の判断ができない。分ける作業の終わりにならない。（目的に到達しない。）保留。

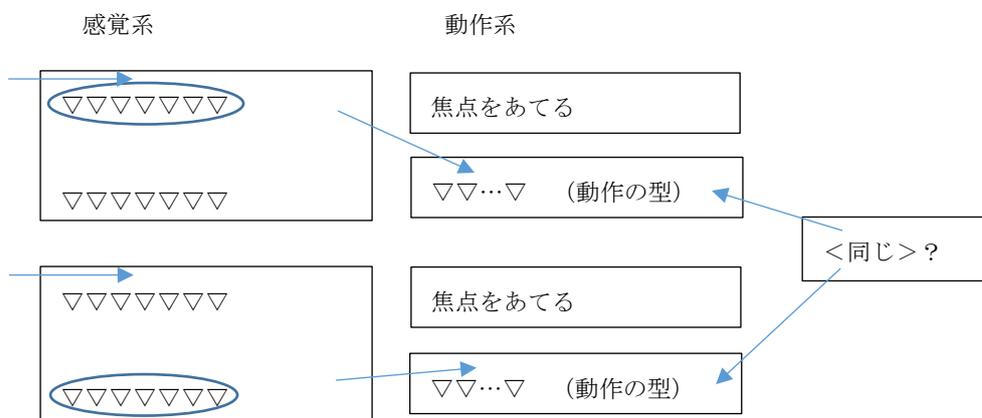


図 2.6 繰り返す入力を圧縮して、一時的かつ長期に記憶する。

機械は、保留にしたこと、つまり、別の機械が”2つのまとまりが同じ”と言えないことと、とって置く作業の終わり、作業の結果を、別の機械が見て、”同じになっている”と言うことの違いをなくそうとする。つまり、目的を達成しようとする。すでにやっていることを取り出す。それに今をいれて、目的、”2つのまとまりが同じ”と言うか、に達するかやってみる。いくつかの対象を取って置くことで、すでにやった中に、列に並べることがある。それをやってみる。6あるのを、型としての3並べる。隣に、残りをおく。あるいは、型として4並べる。隣に残りをおく。

別の機械は、3並べる、4並べる、どちらの場合も、作業の結果を見ると、それぞれ同じまとまりがあることを確認する。どちらの場合も目的に達する。さらに、型として5並べる。隣に残りを置く。すると、同じく、目的に達する。



図 2.7 型としての3あるいは4並べ、隣に残りを置く。



図 2.8 型としての 5 並べ，隣に残りを置く．

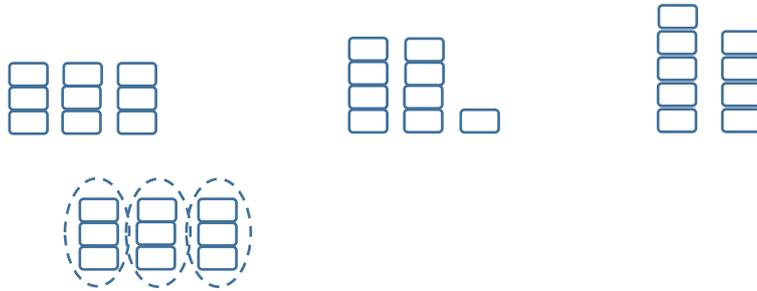


図 2.9 型として 3，型として 4，型として 5 並べる．型として 3 並べたのは，さらに，並べたまとまりが，型として 3 並ぶ．

分ける結果が，7, 8, あるいは 9 となる場合．型として 3 並べる，4 並べる，あるいは 5 並べるやり方をとってみる．型として 3 並べた結果は，型としての 3 をまとまりとして，まとまりは型としての 3 並べたのになる．結果の同じを確認でき，目的に達する．4, 5 並べるときも，結果の同じを確認でき，目的に達する．

ところが，18, 19, 20 を分ける場合，型として 3 並べると，並びの結果がどれかの型にならない．結果は，圧縮した形となり，同じを確認できない．型として 4 並べる，5 並べる場合．同じを確認できる．さらに，26, 27, 28 を分ける場合，型として 4 並べると，並びの結果がどれかの型にならない．圧縮した形となり，同じを確認できない．一方，型として 5 つ並べると，結果は，型としての 5 をまとまりとして，まとまりは型としての 5 並べたのになる．結果の同じを確認でき，目的に達する．



図 2.10 型として 4 並べる，あるいは型として 5 並べる．4 並べるのでは，並べた結果はどれかの型にならない．5 並べるのでは，5 並べたまとまりを型としての 5 で記憶できる．

そこで、目的の達成に、型として 5 つ並べるやり方を取り入れ、3 並べる、4 並べるのをやめる。

隣の機械と、「型として 5 並べる」作業を共有する目的で、「型として 5 並べる」と結びつく記号を創る。 ”五、並べる”とする。

さらに、機械は、隣の機械と、「5 つ並べる」を 5 つ並べる」を共有する目的で、それと結びつく記号を創る。 ””五”を五並べる”とする。

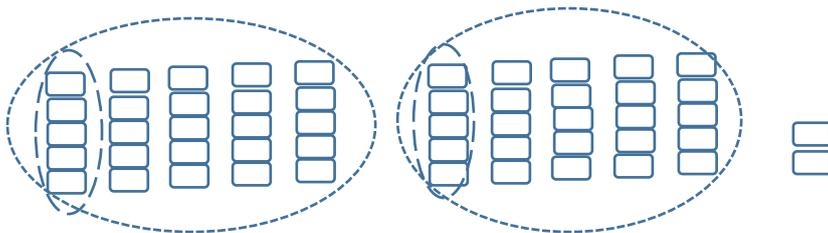
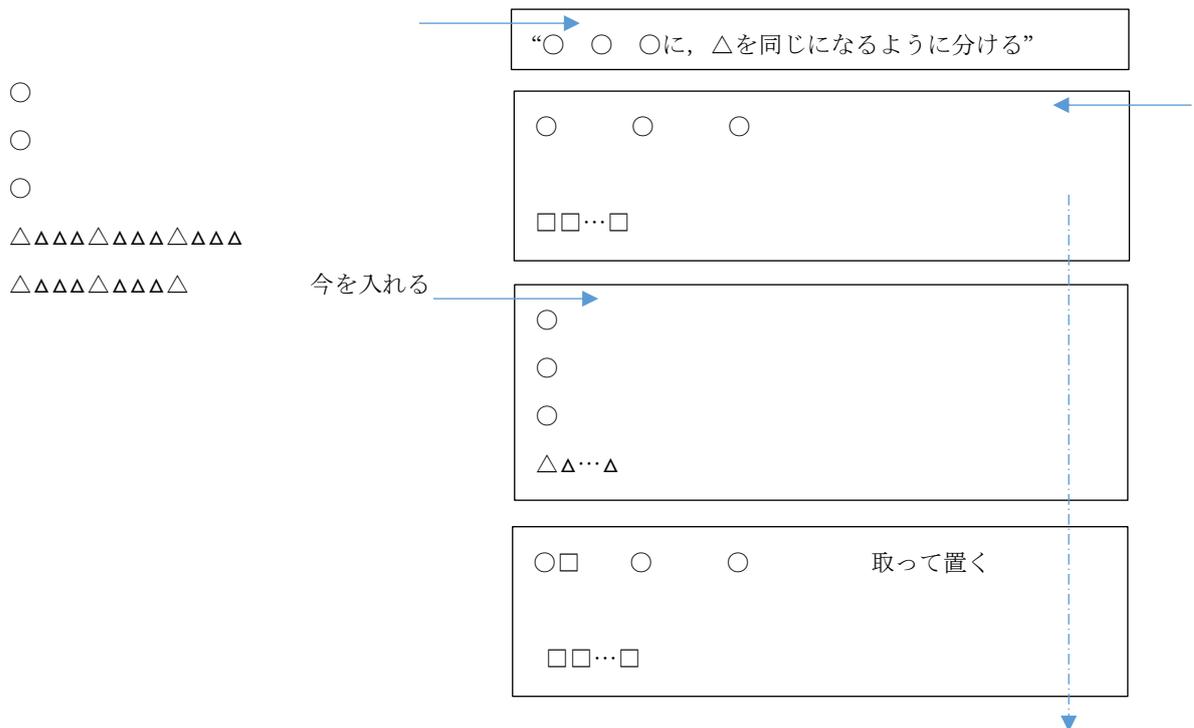


図 2.11 「「5 つ並べる」を 5 つ並べる」を〇〇並べる」。 ””五”を五並べる”を〇〇並べる。



保留（未達，すでに作った仕組みと一貫しない）

図 2.12 保留に至るまで.

○
○
○
△△△△△△△△△△△△
△△△△△△△△△△

保留（未達；作った仕組みと一貫しない）

一貫するようにできるか（目的は何か）

一貫することができなければ，
今回の全体を記憶する，その後，条件で分ける

✓ ☑
○□… ○□… ○□…
→ [✓と☑同じ]

型の通りに並べる
□□□□
□□□□
••••

今を入れる

○
○
○
△△…△

仕組みを重ねる
○□ ○ ○ 取って置く
型の通りに並べる
□□…□

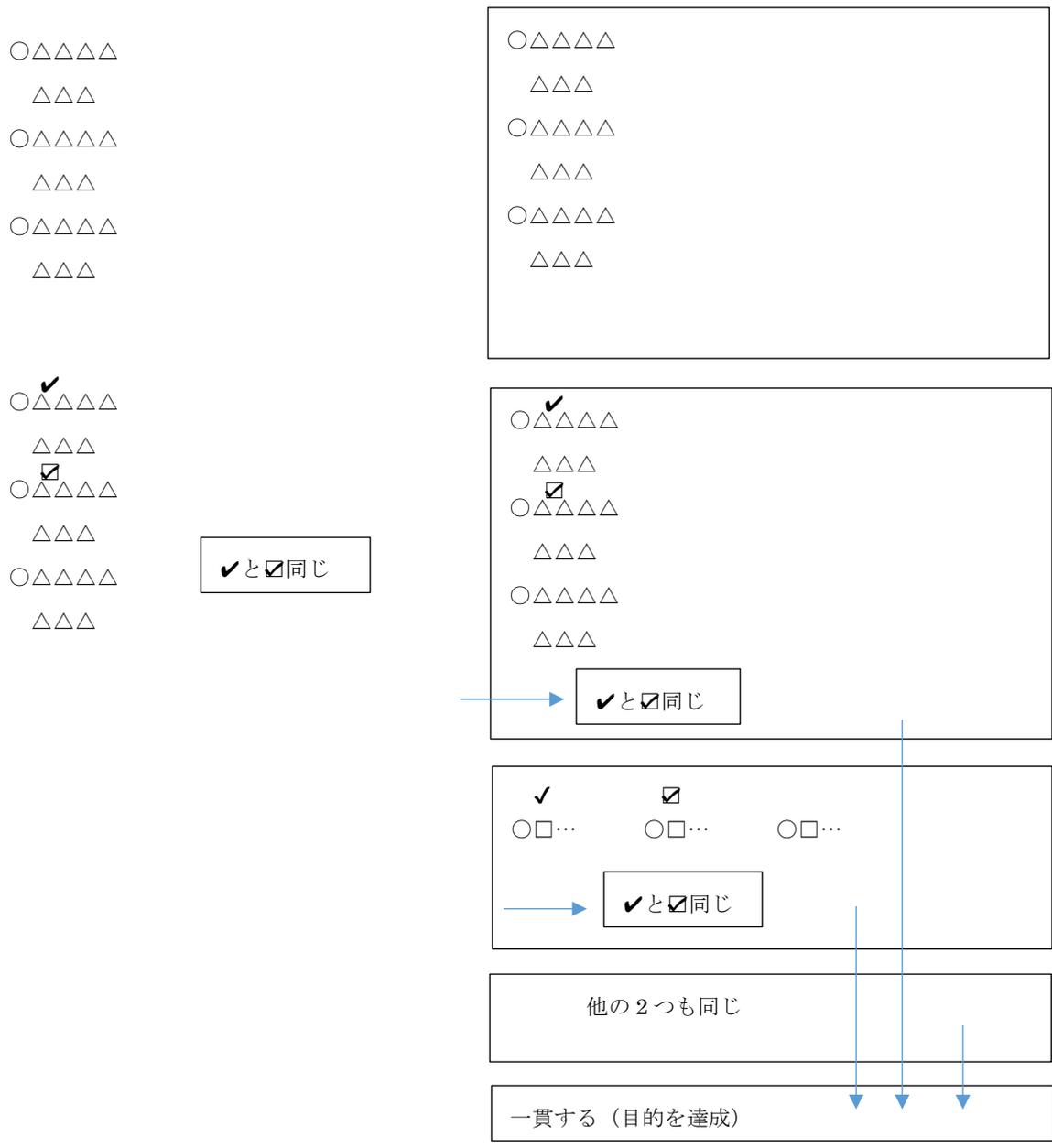


図 2.13 目的に達する. 分ける仕組みに, 型 4 に合うように並べる仕組みを重ねる.

いくつかの対象を取って置くことで、すでにやっていることの中には、「並べて置く」のではなく、「積んで置く」、「丸い形状に置く」などがあるかもしれない。機械は、それらを試すことがあったとしても、目的には至らない。結局、「並べて置く」をやってみることで、目的に達する。

▽▽を”▽2”，▽▽▽を”▽3”などの記号にする（記号で表す）こと、その可能性を、まだ述べていない。筆者には、まだ、機械がとるだろう経過に確信をもてない。おそらく、自分がやる、▽、▽▽と並べる作業を、他の機械に真似させるとき、作業の同期をとる必要が生じるのだろう。同期をとるため、▽▽、あるいは▽▽▽に、記号をつけることが起こる。また、記号をつけることは、▽▽▽▽▽を”▽五”と言うことと一貫する。それは、記号を創る動機になる。

5進を作った後、何があると、10進を作るようになるかは、まだ述べることができない。人間の場合、手の指と、五ある状態を比べることで、五が2つある状態を特別視することはありえる。機械の場合、何があれば、五2つを特別に見るようにさせるか、まだ述べることができない。

2.2 “いくつ”/“どれだけ”という記号を作る

共同して同じ動作をするという動機

機械は、別の機械に作業をやらせる動機を、以下のようにして得る。偶然、作業を分担することを得る。たとえば、水を汲んで瓶に入れる。すると自分が汲む回数が減る。機械は、はじめから、2つのやり方で同じ目的を達成することを見ると、作業量が減るやり方を選ぶ。そこで、作業を分担する / 共同で行なうとき、作業の記号列を創り、その記号列を発することで、作業を共同で行う。

かくして、個別の作業とそれに結びつく記号を創り、作業とそれに結びつく記号とから成る仕組みを作っている。たとえば、記号“▽をとる”とそれに結びついた作業、▽をとる、の仕組み。さらに、記号“どれかをとる”と結びついた、とる対象を、今、感覚系が捉える対象とした作業の仕組みを作っている。記号を言うことで、言われた相手がそれをやる。あるいは、記号を言うことで、言われた相手は、やることが分かっている（実際にはやらないが、やろうとすればやれる）という仕組みを作っている。

機械が、“▽は、1,2,3,⋯, 7, 7ある”。あるいは、“○を、1,2,3,4,5, 5運ぶ”。などをやるようになったとする。それらから、機械は、“_ , 1,2,3,⋯, □, □⋯⋯” “_ , 1,2,3,⋯, □, □⋯⋯”と区切った仕組みを作っている。ここで“□”は、数える動作の終わりに言うこと（そこにある全部を数えたときに言うこと）を指す。一連の作業結果、□を得ると、得た□を次に使う、たとえば“□運ぶ”につなげることを、仕組みとして作っている。

しかし、一連の作業の区切り“_ , 1,2,3,⋯, □”と結びつく記号を作っていない。

機械 M は、作業を、機械 A にやらせる動機を得るとする。すると、機械 M は、もともと保持する機能を使う。つまり、自ら作業を始めることで、機械 A にまねをさせる。次に、作業を始めることで、まねをさせるが、途中で自分は作業をせず、機械 A に続きをやらせる。

たとえば、機械 M は、 $\triangle\triangle\cdots\triangle$ にある \triangle の数を得させるとする。機械 M は、隣にいる機械 A の前で、“ \triangle は、1,2,3,”と言いながら、数える動作を行う。そして、並んでいる \triangle の端まで動作を続ける。端にきたときに言ったの（たとえば“12”）を使って、“ \triangle は 12”と言う。機械 A はそれを見ながら、同じことをやる。次に、機械 M は、隣にいる機械 A の前で、“ \triangle は、1,2,3,”と言いながら、動作を行う。機械 A はそれを見ながら、“ \triangle は 1, 2, 3,”と言う。機械 M はそこで作業を止めると、機械 A は、継続して、“4,5,⋯,9,”などと言う。そして、並んでいる \triangle の端まで動作を続ける。端にきたときに言ったの（たとえば“13”）を使って、“ \triangle は

13”と言う。

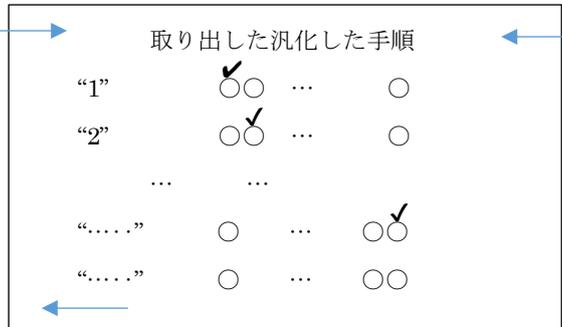
そこで、機械 A は、 $\bigcirc\bigcirc\cdots\bigcirc$ と $\nabla\nabla\cdots\nabla$ が同じだけあるかをやるとする。機械 A は $\bigcirc\bigcirc\cdots\bigcirc$ を数え、機械 B に $\nabla\nabla\cdots\nabla$ を数えさせるとする。機械 A は、汎化した仕組み「やらせる」を展開する。その仕組みは、「相手がやることを言う」その目的は「相手は、言うことをやる」から成る。その汎化した仕組みにある「やらせること」に、「 $\nabla\nabla\cdots\nabla$ を数える」仕組みを入れる。「 $\nabla\nabla\cdots\nabla$ を数える」ことをやらせる目的を達成するため、その仕組みは、「やらせること」と結びつく記号を発する。ところが、「やらせること」と結びつく記号がない（言うのがない）ので、やらせることと結びつく記号を創る動機が生まれる。

機械は、「やらせること」、具体的には「 $\nabla\nabla\cdots\nabla$ を数える」と結びつく記号を創る動機を得る。そこで、“いくつ”，”いくつあるか”を生み出す。“△はいくつあるか”。（ここで、機械が、記号”いくつ”を選ぶことについては、まだ、未解決で、述べることはできない。）かくして、機械は、「何か対象があるが、いくつあるかを調べる」一連の作業、「どれだけあるかを調べる」一連の作業の仕組みと、それに結びつく記号を創った。その記号を発することで、それを行うのは、言った相手（自分も含め）だという仕組みを作った。

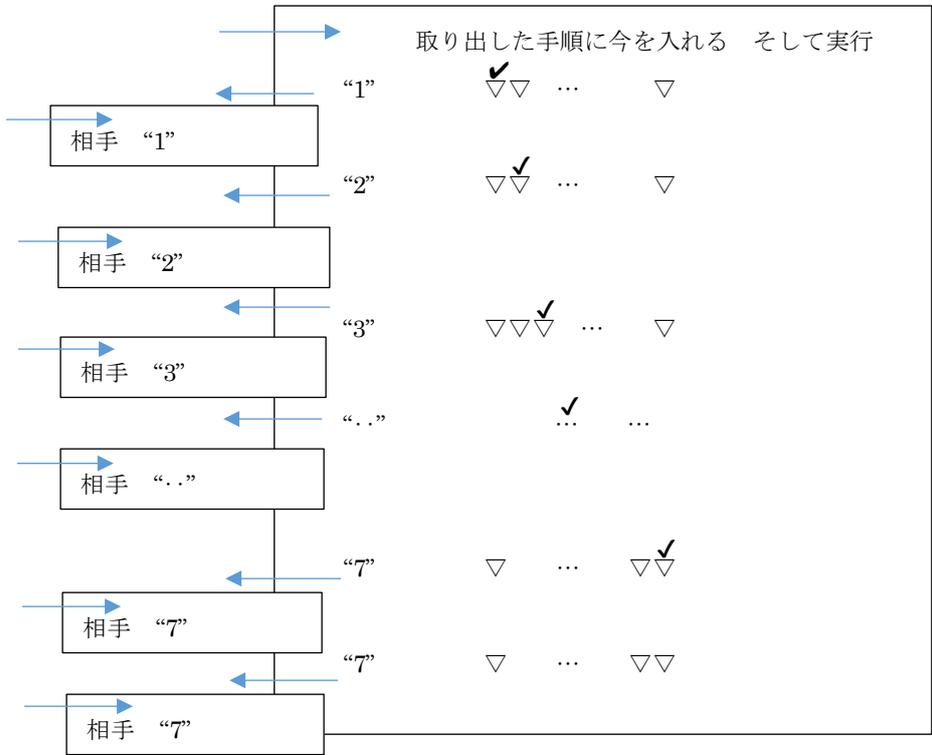
機械 M は, $\nabla\nabla\dots\nabla$ に自分がやれば, 1, 2, 3, 4, 5, ... のどれかになる. それを, 機械 A にやらせたい.

$\nabla\nabla\nabla\nabla\nabla\nabla$

真似させる 自分 相手 “やれ”と言う
 相手 自分に焦点を合わせる 自分が言ったことをやる
 (汎化した仕組みを記憶から取り出す)



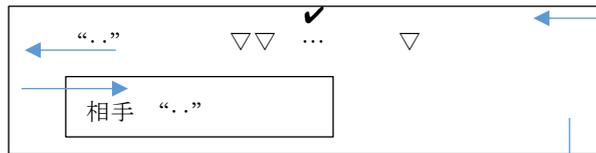
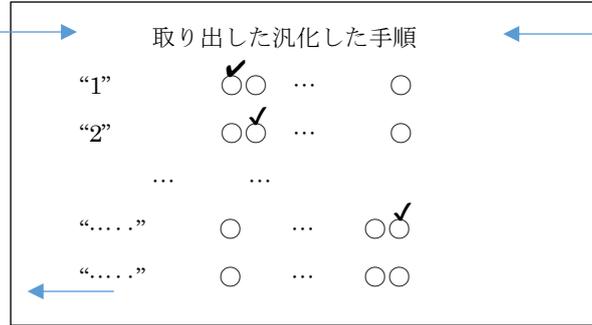
自分がやる
 相手がやる



機械 M は、▽▽…▽に自分がやれば、1, 2, 3, 4, 5, … のどれかになる。それを、機械 A にやらせたい。すでに、やらせたことはある。

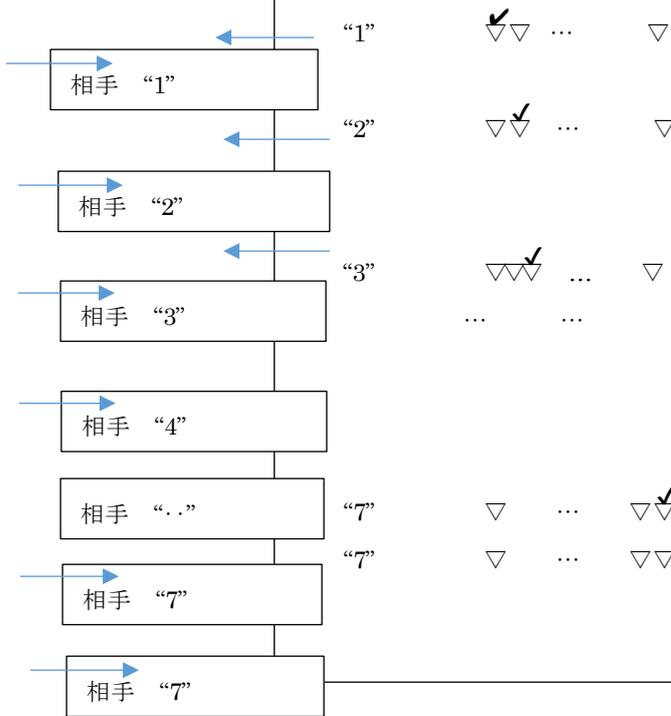
▽▽▽▽▽▽▽

真似させる 自分 相手 “やれ”と言う
 相手 自分に焦点を合わせる 自分が言ったことをやる
 (汎化した仕組みを記憶から取り出す)



自分がやる
 相手がやる

取り出した手順に今を入れる そして実行



自分は言わない / やらない
 相手がやる

機械 M は, ○○...○に自分がやれば, 1, 2, 3, 4, 5, ... のどれかになることを, 機械 A にやらせる.
 機械 A は, すでに, それをやった.

○○ ... ○

やらせる	自分	要求を満たすように言う
	自分	満たすことをやらない
相手	自分に焦点を合わせる	自分が言ったことをやる (汎化した仕組みを記憶から取り出す)

取り出した手順			
"1"	○	○	...
"2"	○	○	...
...
"...."	○	...	○
"...."	○	...	○

汎化した「やらせる」仕組み	
←	"_____" _____ (やること)
→	相手 _____

汎化した仕組みに今を入れる, 実行する			
"1"	"1"	○	○
"2"	"2"	○	○
"3"	"3"	○	○
"6 か 7 か 何か"	"...."	○	○

図 2.14 “6 か, 7 か, 何か”を発する.

2.3 “いくつ”/“どれだけ”を求める”という記号列を作る

すでに作っている仕組みを組み合わせる。何か目的に向けた作業をするとき、__が欠けていることを見出すと、__を求めようとする。それを、隣の機械と共有するため、“__を求めるといふ記号を作っている。

“いくつ”/“どれだけ”は、「いくつ / どれだけを得る一連の作業」及び「作業の結果」と結びつく。(結果は、通常、次の作業で使う。) 同様に、“”いくつ”/“どれだけ”を求めるとは、「結果を得る一連の作業」と「その結果」を含む仕組みと結びつく。そして、“”いくつ”/“どれだけ”を求めるとにおける”いくつ”/“どれだけ”は、「結果」と結びつく。(ここでは述べないが、記号”数”/“量”は、後に、この結果と結びつく。また、「いくつ / どれだけを得る一連の作業」は、「すでに結果があれば、結果を得る一連の作業を行わず、すでにある結果をとりだす」を、組み入れる。)

さて、機械は、何があると、「いくつ / どれだけを求めると(求めさせる)」仕組みを作り、それと結びつく記号、“”いくつを求めると(求めさせる)”/“どれだけを求めると(求めさせる)”を作るのか。そのとき同時に、記号”いくつ”/“どれだけ”を、「求めた結果」と結びつけるのだが。以下に、機械がとる、一つの可能な経過を述べる。

人が機械に”__をやれ”と言う。機械は、“__”をやる。まず、機械は、“__をやる”と結びつく手順を取り出す。取り出した手順に、今を入れて、手順を実行する。ここで、機械は、「__をやる」目的に達することを、相手がやったことを変更しないことで確認する。

ところが、今を入れたとき、手順をやれない(実行できない)こと、やったが相手を変更することが起こる。1) 力がない。たとえば、とるとして掴む力がなさそう。落としてしまいそう。(力があるかどうか見出す仕組みが指摘)。2) 今を入れた手順に欠けていることがある。(欠けていることを見出す仕組みが指摘)。ここでは、2) の場合が起こるとする。

すると、いくつかの場合で、欠けていることを求める(求めさせる)仕組みを作る。たとえば、池から水を汲む。池に水がない(欠けている)。水を求める。そして、欠けていることを見出し、それに続いて欠けていることを求める、汎化した仕組みを作る;「…がない(欠けている)」状態を、「「…がある、…を得ることができる」がない」という形で仕組みを作る。ここで、「…がある」は、視覚(あるいは触覚)系から得ている。そして、その仕組みは、「……が見いだせない」、「……に触れることができない」、「……を使えない」などの仕組みに、重ねられる形で、組み入れられる。

さらに、機械は、作業に「いくつ」があることをやっているとする。たとえば、たくさんの棒が並んでいる。機械に、”棒 5 運べ”と言う（そして書く）。あるいは、”棒 4 運べ”と言う（そして書く）。これらから、棒を運ぶときの本数がある仕組みを作る。

機械は、1, 2, 3, 4, など、「いくつ」をやって得ることを、書くようになるとする。「いくつ」をやったときの聴覚、”1”, “2”, “3”, “4”, …などは、書いた 1, 2, 3, 4, …などと結びつく。だから、書いた 1, 2, 3, 4, …などは、作業「いくつ」と結びついている。大枠で言うと、機械は、「いくつ」を、聴覚、視覚（あるいは触覚）そして動作系から得るのを結びつけた仕組みとして作っている。視覚は 2 系統のものを結びつけている；1 つは、書いた 1, 2, 3, 4, …などで、1 つは、汎化した数える動作の対象、○とかだ。

また、何か対象に、繰り返し作業をする仕組みを、機械は、「何を」「いくつ（あるいは、どれだけ）」「どうする」という形で作っている。ここで、「何を」「いくつ（あるいは、どれだけ）」「どうする」を、聴覚、視覚（あるいは触覚）そして動作系から得たのを結びつけたものにしていく。視覚は 2 系統結びつけている；1 つは、書いた対象の名、書いた 1, 2, 3, 4, …など、書いた動作の名で、1 つは、汎化した、繰り返しやる「どうする」の対象だ。

人は機械に与える。石を積む。いくつ積むか。横に 10。高さ 5。全部で 50。記号を使って、横と高さ方向を記す。そして、ここで積むため、石を 50, __ からここに運ぶと言う。

あるいは、柱を立てる。いくつ立てるか。この列に 10, この列に 10, この列に 5。全部で 25。これらの列で立てるため、柱を 25__ からここに運ぶ。柱をこれらの列に立てる。

機械は、「何を」「いくつ」「どうする」仕組みを取り出す。そして、仕組みに、今を入れて実行する。

さらに、機械は、自分が「いくつになるか」数えることを、別の機械にやらせることが起こるとする。はじめは、たとえば、機械 A は、”ここに、横に 8。高さ 5 となるように、石を積む”と言って、石を積んだ状態を記号列で示す。そして、”いくつ積むか”。機械 A は、5 を 8 回加える経過を書き、40 と書く。同時に”40”と言う。機械 B と機械 C は、その過程を真似る。そして、機械 A は機械 B と機械 C に言う。”__ から石 40, ここに運ぶ”。かくして、機械 A がやることを、機械 B と機械 C にやらせることができるようになる。

その後、機械 A は、”ここに、横に 12。高さ 6 となるように、石を積む”と言って、石を積んだ状態を記号列で示す。そして、”いくつ積むか”。機械 A は、自分がやるその後の作業を機械 B と機械 C にやらせるとする。このとき、”いくつ積むか”求めよ / “石いくつか”求

めよ”と言う記号を作る動機が生まれる。「・・・を求める」の対象「・・・」は、視覚と結びついているが、すでに、「いくつ（積むか）」は視覚と結びついている。「・・・を求める」仕組みと結びつく””・・・”を求める”記号の・・・に”いくつ積むか”を入れることができる。

機械 A 内の展開

ここで、石を積む。壁を作る。自分たち
でやる。
機械 A が、他の機械に真似させる動機
がある。

壁、横 8、高さ 5 とする要求がある。

8、5 とする要求を入れる

5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5

40

横に 8、高さ 5

全部で 40

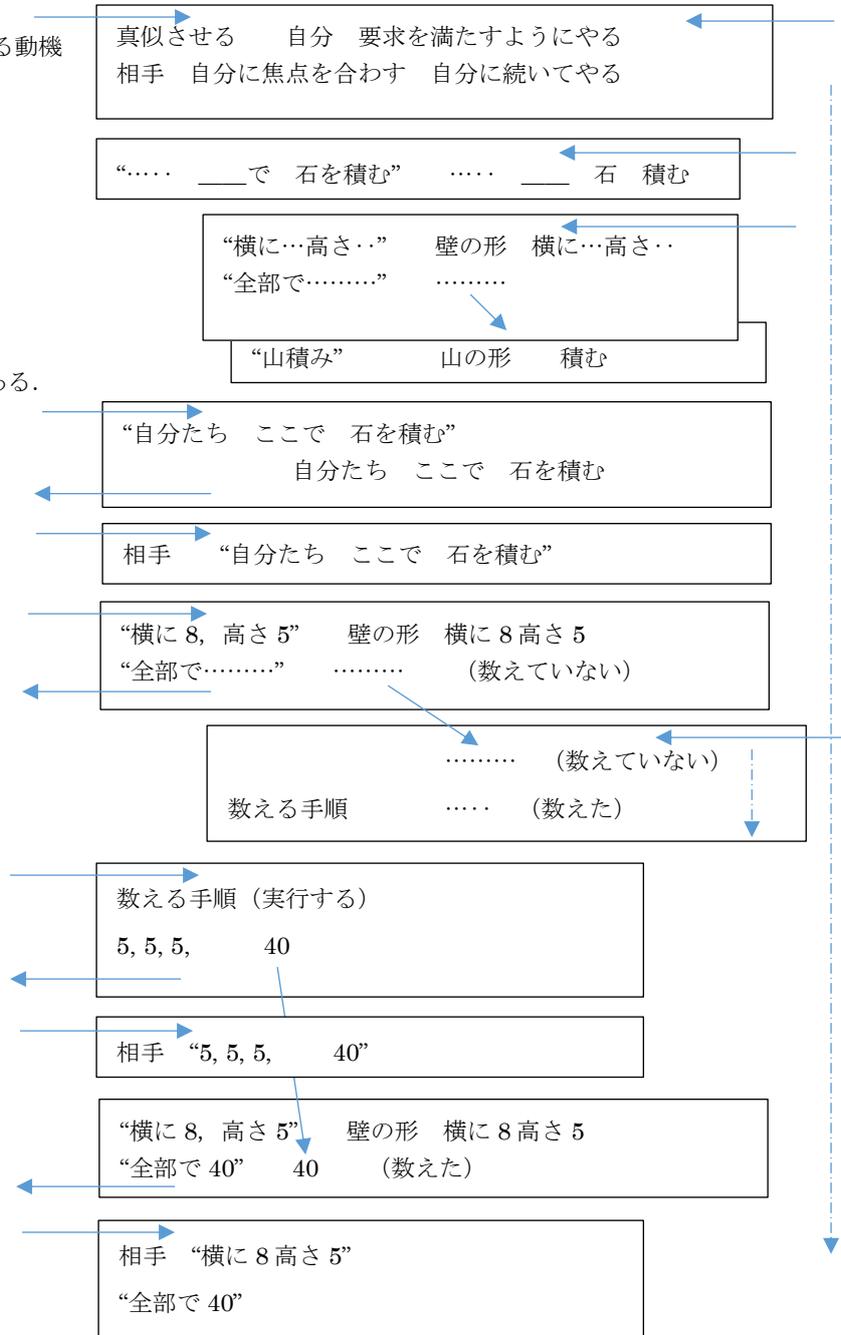


図 2.15 「全部で.....」という仕組み。

機械 A 内の展開

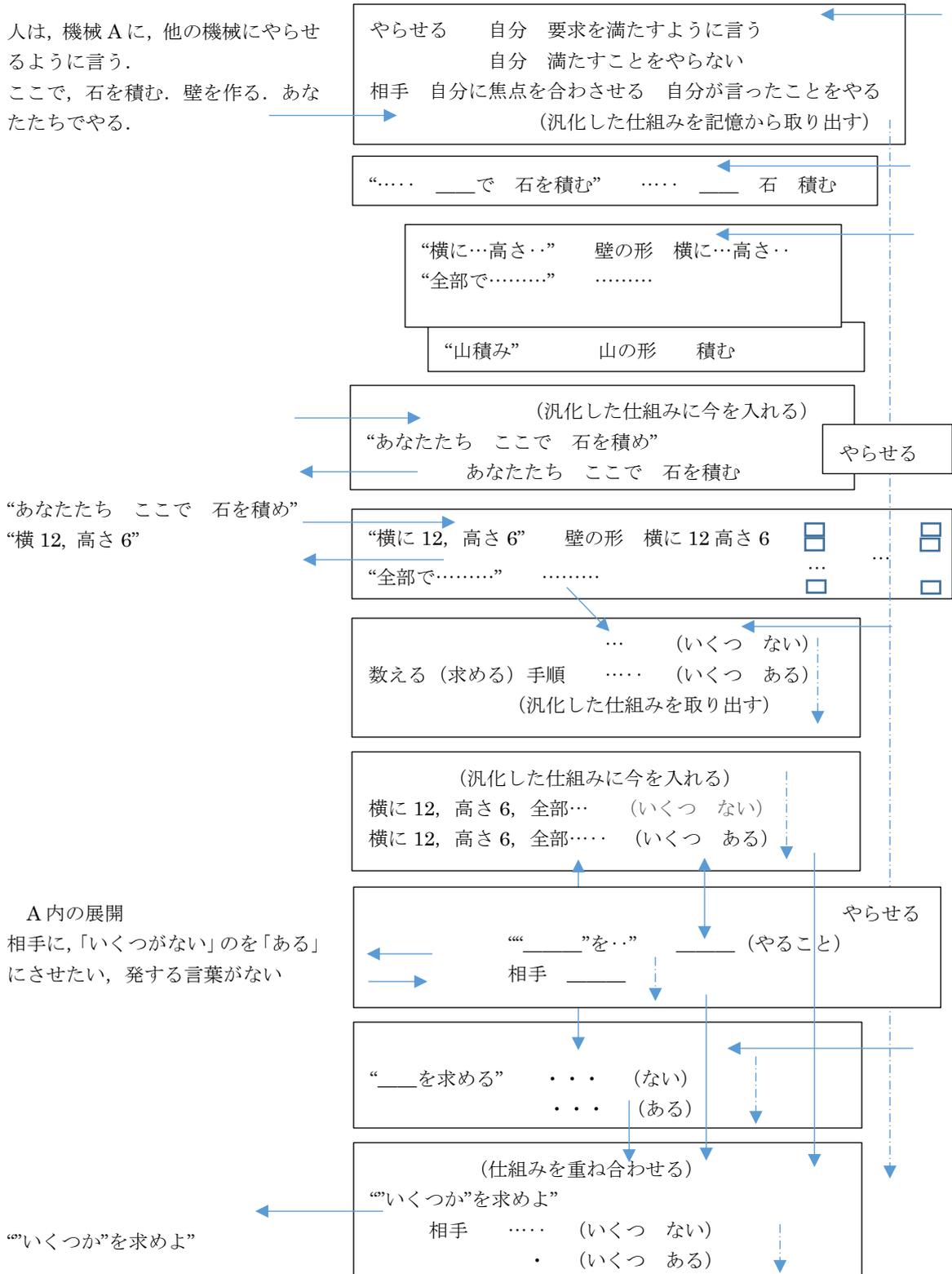


図 2.16 「求める」を「いくつ」が「ない」から「ある」にする」に、重ねる。

そこで、機械に、何か作業をさせるように言う。しかし、“いくつ / どれだけ”と結びつくことがないので作業ができないことが起こる。結びつくのが欠けている。たとえば、人は、機械に、“棒を運ぶ”という。「いくつ」を言わない。機械は、作った仕組みに今を入れる、それを実行しようとする、と、“いくつ”と結びつくもの、特に、視覚（あるいは触覚）と動作系から得たのを結びつけたものがないことを見出す。

「“いくつ”と結びつくもの」がないことを見出す。すると、目的、たとえば「棒を運ぶ」は、機械に、「…がない（欠けている）」「…を求める（求めさせる）」そして目的「…がある。……をやる」一連の仕組み（ここで…は何であれ作業をするに欠けていること）を取り出させる。「いくつ」を「…」に入れる。そして、機械は、「いくつ」を求める（求めさせる）」一時的な仕組みを作って実行する。つまり、「……」をやる対象がいくつあるか求める（求めさせる）。いくつあるか求めると、目的に達するので、一連のやりとりを、目的に達することと共に記憶する。

機械は、上で、「いくつ」を「…」に入れるとき、記号”いくつ”も同時に入れる。「…を求める（求めさせる）」は、“…を求める（求めさせる）”と結びついている。（ただし、…のままでは実行することはないが。）かくして、機械は、上で作った「いくつ / どれだけ」を求める（求めさせる）」仕組みと、記号、””いくつ” / “どれだけ”を求める（求めさせる）”を結びつける。

2.4 “_を7とする”という記号列を作る

このセクションでやること

やったことを羅列する。たとえば、「___に2つずつ分ける」「___に3つずつ分ける」…がある。それらを隣の機械にやらせたい。ひとつずつ言う代わりに、まとめて言おうとすると、一部しか伝えられないことが起こる。

羅列したことがあることを伝えたい。そこで、羅列したことから、“___にいくつずつ分ける”あるいは“___に分ける、4つずつにする（してみる）”と言うこと、そして、「いくつずつ」あるいは「4つずつにする」は、「1, 2, 3, より多い」のうちのどれかにする」ことだということを作り出す。つまり、羅列していることがあることを伝えようとする仕組みを作る。

どのような過程を経て仕組みを作るか。

2人に_を3つずつ分ける、全部でいくつ分けるか。棒が2本あり、それらの長さが41と36、2本をつなぐとどれだけ長さになるかなどをやっている。隣の機械にやらせる。すでにやったことを記憶から取り出す。3つずつ、6つずつ、あるいは7つずつ分ける。そして、隣の機械が、他の場合でもやれるようにする。このとき、もともとある機能を — 記憶から、今に合うことをいくつか取り出せば、そのうちのどれかを取る — やったことをいくつか取り出せば、そのうちのどれかを取るように拡張した仕組みを使っている。

いくつかを取り出すと、汎化した仕組み「……ずつ分ける」を展開している。ここで、「…」は「1, 2, 3, …のどれか」と結びついている。その結びつきに、記号”1”, “2”, “3”, “より多い” / “より大きい”のどれかを結びつける。そして、「1, 2, 3, …のどれか」ずつ分けるを、隣の機械に言うとき、“7ずつ分ける”など、どれかにして言う。

本論

機械は、「何人かに何かを、2つずつ分ける」「何人かに何かを、3つずつ、分ける」などをやっている。そして、隣の機械Nに同じことをやらせることが起こるとする。機械は、机上で、分ける作業をやり、分けた結果がどうなるか、1人にいくつ分けたか、全部でいくつ分けたかを、機械Nに言う。このとき、機械は、自分がやったことを記憶から取り出し、それらを一時記憶に羅列している。そして、機械Nに、その1つを言う（もともと保持する、いくつかから1つ取る機能を基に、いくつか同じと見る中から1つ取り出す、汎化し

た仕組みを作っている。それを実行している。もともと保持する、1つ取り出す機能は、視覚と動作系から得る安定しているものから1つ選ぶ。そして、安定しているものに、やったことがある作業を追加する。そして、同じと見る、いくつかの作業の中から1つ取り出す。).

機械 N に、たとえば、”3 人いる。3 人に__を分ける”，”__を 1 人に 4 つずつ分ける”を取り出して言う。続いて、機械 N に、分ける経過、分けた結果を記号で描く。”全部でいくつ分けることになるか”。”4, 4, 4, 全部で 12 分けることになる”と言い、4, 4, 4, 12 と記す。その後、機械 N に、”3 人いる。3 人に__を分ける”，”__を 1 人に 5 つずつ分ける”を取り出して言う。続けて、機械 N に、分ける経過、分けた結果を記号で描く。”全部でいくつ分けたことになるか”。”5, 5, 5, 全部で 15 分けたことになる”と言い、5, 5, 5, 15 と記す。

一方で、機械は、「いくつかのやることを、型として同じだ」としているとする。機械は、型として何かをやることを言うとき、それらを”○をやる、▽をやる、など”，あるいは、””○、▽などをやる”と言うようになっていくとする。ここで○と▽は、同じとしたことだ。何かを分ける時も、機械は、””3 つずつ分ける、4 つずつ分ける、など”をやる”。あるいは、”3 つずつ、4 つずつ分けるなど”をやる”と言う。

型として同じとしていることをやる時、機械は、それらやることを、一時記憶に、羅列している。たとえば、”3 人に、__を、3 つずつ、分ける”，”3 人に、__を、4 つずつ、分ける”などの記号と結びつく仕組みを羅列している。”3 つずつ分ける、4 つずつ分けるなどをやる”という時も、やることを羅列している。

羅列するとき、同時に、汎化した”…人に、…ずつ、分ける”と結びつく仕組みを、一時記憶に展開している。ここで、”…”を”3”とするが、”…”は、何であれ発する記号とは結びつかない。「1 か 2 か 3 か……、そのどれか」と結びついている。ここで、……は、4, 5, 6, など、より多い（大きい）もので、描いた記号（視覚の記号、文字記号）、そして作業「いくつ」と結びついている。ここで、「そのどれか」は文字記号でなく、羅列している中から選ぶことと結びついている。その結びつきは、記号”そのどれか”と結びついている。

さて、機械は、”3 人に、…ずつ、分ける”という仕組みを展開すると、後に述べる動機があれば、”…”は、発する記号でないことを見出す。他と一貫しない。そこで、その発する記号を求めることを試みる。”…”は、「1 か 2 か 3 か……、そのどれか」と結びついている。はじめは、どれでもないが、どれかになる。それは、「○か▽か□か◎か、そのどれか」をやる時、はじめは、どれでもないが、どれかにすると決まっているのと同じだ。そこで、「1 か 2 か 3 か ……」のうちで、……と結びつく、発する記号として、”より多い（大きい）”を得る。従って、”…”の発する記号を、”1 か 2 か 3 か、より多い（大きい）か、そのどれか”

とする。

「○か▽か□か◎か、そのどれか」という仕組みは、視覚 / 触覚としての○, ▽, □, ◎があつて、それらから1つとる動作と、聴覚記号”○か▽か□か◎か、どれか”から成っている。また、○, ▽, □, ◎, それぞれは、それぞれの作業と結びつく。

そして、記号列, ”3人いる, 1人に, “…”ずつ, 分ける. 全部でいくつ分けるか”に入れ込む。かくして、記号列, ”3人いる, 1人に, “1か2か3か, より多いか, どれか”ずつ, 分ける. 全部でいくつ分けるか”を作る。

ところで、何かは動機となれば、機械 M は, ”…”と結びつく、発する記号がないことを見出すと述べた。動機は何か。機械 M が、機械 A に、自分がやることを言う。そして、その機械 A に同じことをやらせる。 ”機械 N にやらせる ; 3人に, _を分ける, 1人に3つずつ, あるいは1人に4つずつ, 分ける, それぞれ全部でいくつ分けるか, などをやらせる”。機械 A は、言われた例, 3つずつ分ける, 4つずつ分けるを使う。機械 N に, 8つ分けるをやらせると、機械 N はやれない。機械 M は、自分がやったこと, 機械 A がやること, そして、機械 N がやること, それら一連のことを記憶する。

機械 M は、機械 N と機械 A の場合と同じ機会を得る。今度は機械 Q に言わせる必要がおこる。このとき、目標に至るため、記憶している一連の作業をとりだし、目標に至る方法を選ぶ。機械は、限られた同じ例でなく、他の例もやらせる動機は、別の作業でも得ているが、いくつかを分ける場合では、3, 4, だけだと、3, 4, の場合はできるが、8, 9, など他の場合ができない。一方、3, 4, 5, 6 をやると、8, 9 の場合でもやれることを得ている。そこで、機械 A に、3, 4, だけでなく、3, 4, と異なる5, 6, あるいはもっと多いのでやらせることを伝えようとする。これが、”…”と結びつく、発する記号がないことを見出す動機となる。

そこで、機械 M は、機械 A に言おうとする。このとき、”…”と結びつく、発する記号がないことを見出すが、”…”は、「1か2か3か ……そのどれか」と結びついているので、”…”を、”1か2か3か, より多い (大きい) か, どれか”と置き換える。そして、機械 M は、それを発する。

機械 M
機械 N にやらせる
3人 __を1人に3つずつ分ける
できない

機械 N, できない
目的, 機械 N にやらせる, 機械 N がやれるようになる
自分がやったことを言う (説明する)

3人 __を1人に3つずつ分ける

3人 __を1人に4つずつ分ける

3人 __を1人に…ずつ分ける

…は, 5, 6, 7, より多い

3人 __を1人に5つずつ分ける

3人 __を1人に6つずつ分ける

3人 __を1人に8つずつ分ける
やらせる

機械 N, 3人 __を1人に8つずつ; やれる

目標に達する

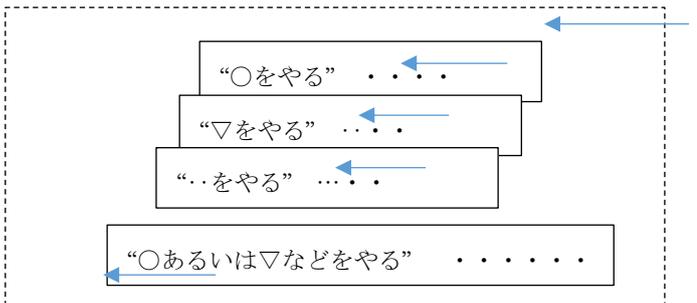
機械 M
機械 A
機械 Q

機械 Q, できない
目的, 機械 Q に, やらせる, 機械 Q がやれるようになる
機械 M は自分がやったことを記憶から取り出す.

3人 __を1人に3つずつ分ける

3人 __を1人に4つずつ分ける

3人 __を1人に…ずつ分ける



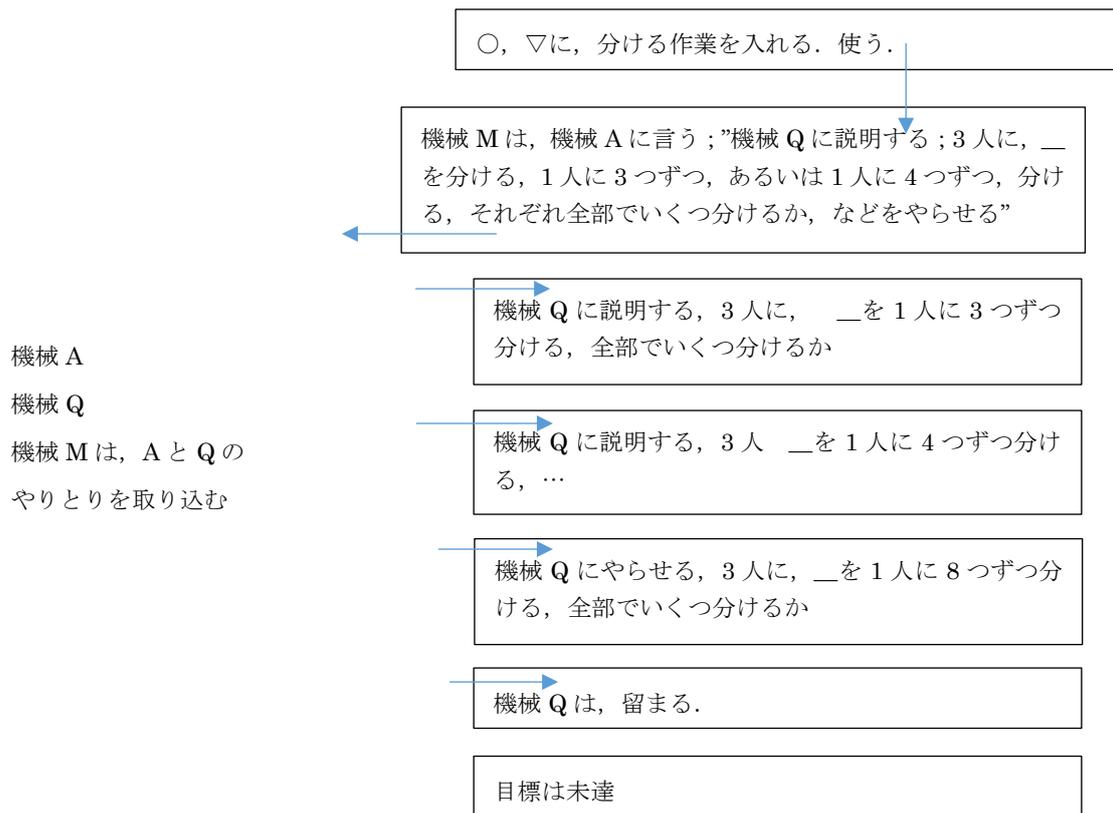
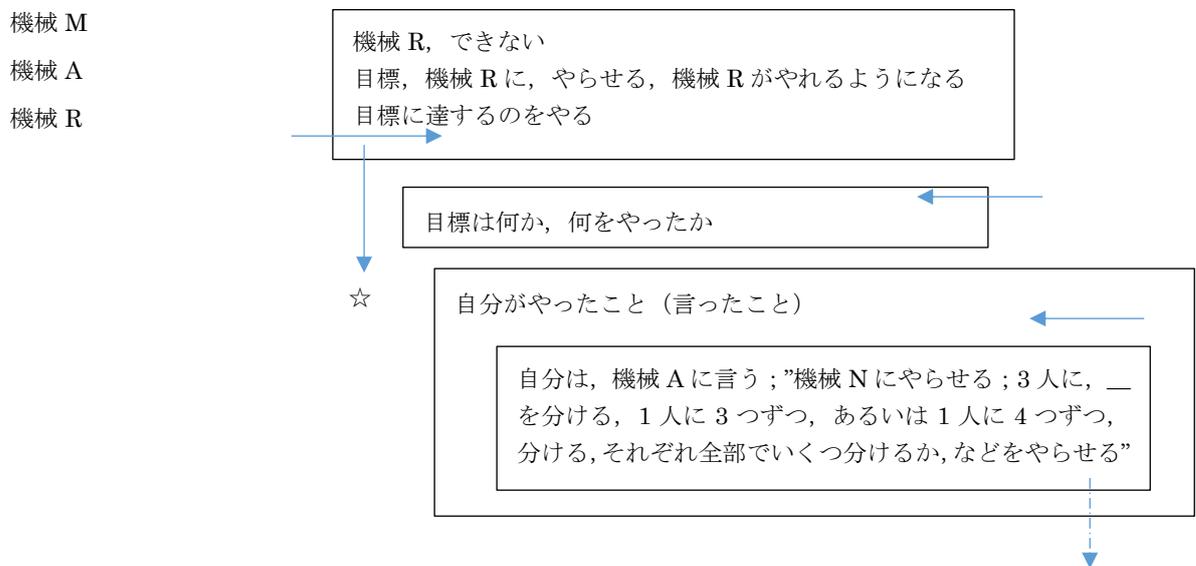


図 2.17 目標に達する場合と達しない場合を共に記憶.



機械 A, 機械 N にやったこと (言ったこと)

3人 __を1人に3つずつ分ける

3人 __を1人に4つずつ分ける

機械 N

機械 N にやらせる, 3 人に, __を分ける, 1 人に 8 つ, 分ける, 全部でいくつ分けるか

機械 N は, 留まる.

目標に達しない

目標

機械 N にやらせる, 3 人に, __を分ける, 1 人に 8 つ, 分ける, 全部でいくつ分けるか

機械 N は, やる.

機械 N

機械 N にやらせる, 3 人に, __を分ける, 1 人に 8 つ, 分ける, 全部でいくつ分けるか

機械 N は, やった.

目標に達した

言った, やらせた

3人 __を1人に3つずつ分ける

3人 __を1人に4つずつ分ける

3人 __を1人に5つずつ分ける

3人 __を1人に6つずつ分ける

↓
☆

機械 M
機械 A に
発しようとする
共有しようとする

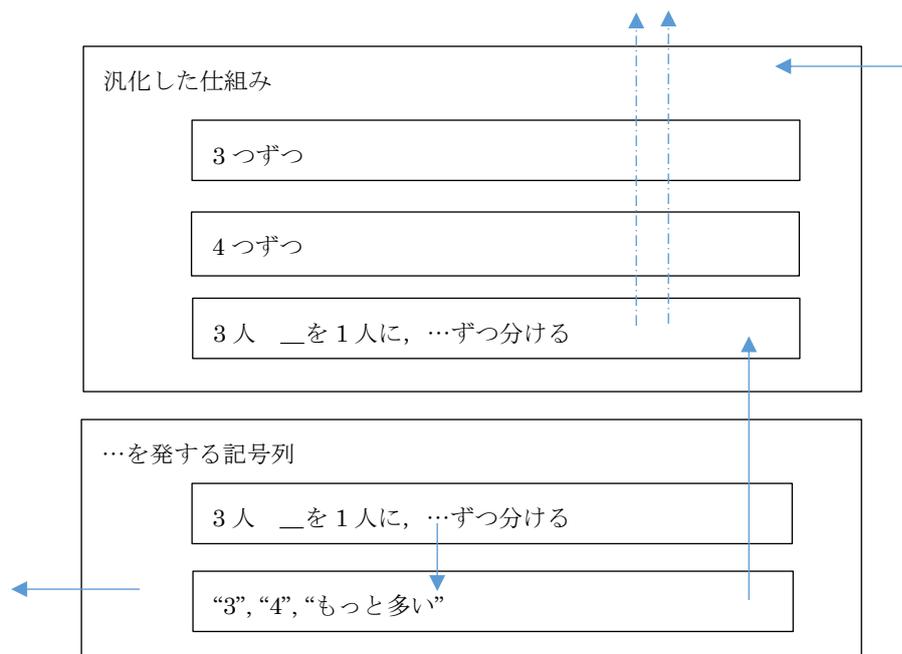


図 2.18 目標に達する，やったことをとる．それを発しようとするとき，記号列を作る．

その後，機械は，”1, 2, 3, より多い (大きい) ”そのどれか”を，”数”そのどれか”/”どれか数”と置き換える．何が，機械に，“数”と発する記号を創らせるのかは，まだ述べる事ができない．おそらく，数を見出すのは，1) 繰り返し動作を行うとき，**One, Two, Three; One, Two, Three;** … などと，音を発する．これにより，隣の機械と動作を同じにすることができる．2) それぞれ発する音の記号を描く．たとえば，記号”1”，”2”，”3”，をつける．これらを共有していない，別の機械が，並んで描かれているのを見て，”これはなんだ”．描いた機械は，動作の繰り返しを合わせるための，”リズム”，つまり”数”だという．

あるいは，1) 玉を並べる．玉の並びは，”いくつ”をやる対象の並びであり，そのまま，”いくつ”の結果になる．結果の記号を並びと共に描く．1, ・, 2, ・・, 3, ・・・, 4, ・・・・, 5, ・・・・・, 6, ・・・・・・;そして，5, 五, 6, 五・, 7, 五・・2) 別の機械が，これを見て，”何を描いているのか”．”玉の並びをどう言うか描いている”，”玉の数を描いている”と言う．つまり，玉が並ぶさまを，記号”数”で表す．

2.5 「__の数を・とする」「___を求めさせる」とする

このセクションでやること

機械は、隣の機械に、自分がやってきた「___を求める」ことをやらせようとする。このとき、機械は、「__の数を・とする」か「__の数を求めさせる」のか決める（__を既知数とするか、未知数とするかを決める）が、決める仕組みを、どのように作るかを述べる。

すでに、機械は、何かやる時、いくつかの可能性・選択肢から1つとる仕組みを作っているとする。このとき、何をとるかについて、隣の機械と、あらかじめ共有する必要があると、選ぶことと結びつく記号，“どこ”，”どれ”，”どちら”などを作り出す。

次に、機械は、何かを、隣の機械にやらせることが起きるとする。その何かをやる時、いくつかの可能性・選択肢があるが、機械は、それらのうち1つをやらせる。すると、隣の機械は、それをやるようになる。ところが、他の可能性・選択肢をとる必要があることが起こるとする。すると、隣の機械は、やることを保留する。それを見ていた機械は、いくつかの可能性・選択肢のそれぞれを、あらかじめやらせる動機を得る。そして、やらせる仕組みを作る。

いくつかの可能性・選択肢のそれぞれをやらせることを、特に、「___を求める」ことに適応する。機械は、ひとつの可能性「__の数を・とする」をとり、次に、もうひとつの可能性「__の数を求めさせる」をとる。それぞれをやらせる。

どこ / どれ

機械は、すでに、いくつかの作業をやってきた。そして、やった作業を、共通項でくくることで、いくつかの選択肢がある形の仕組みを作った。たとえば、何かを置くとする。置く場所が複数あるとき、それらを羅列し、そのどこかを選ぶ形にした。選ぶ条件を得ていないときは、羅列したはじめをとることで、機械は、どこに置くかを決める形にした。

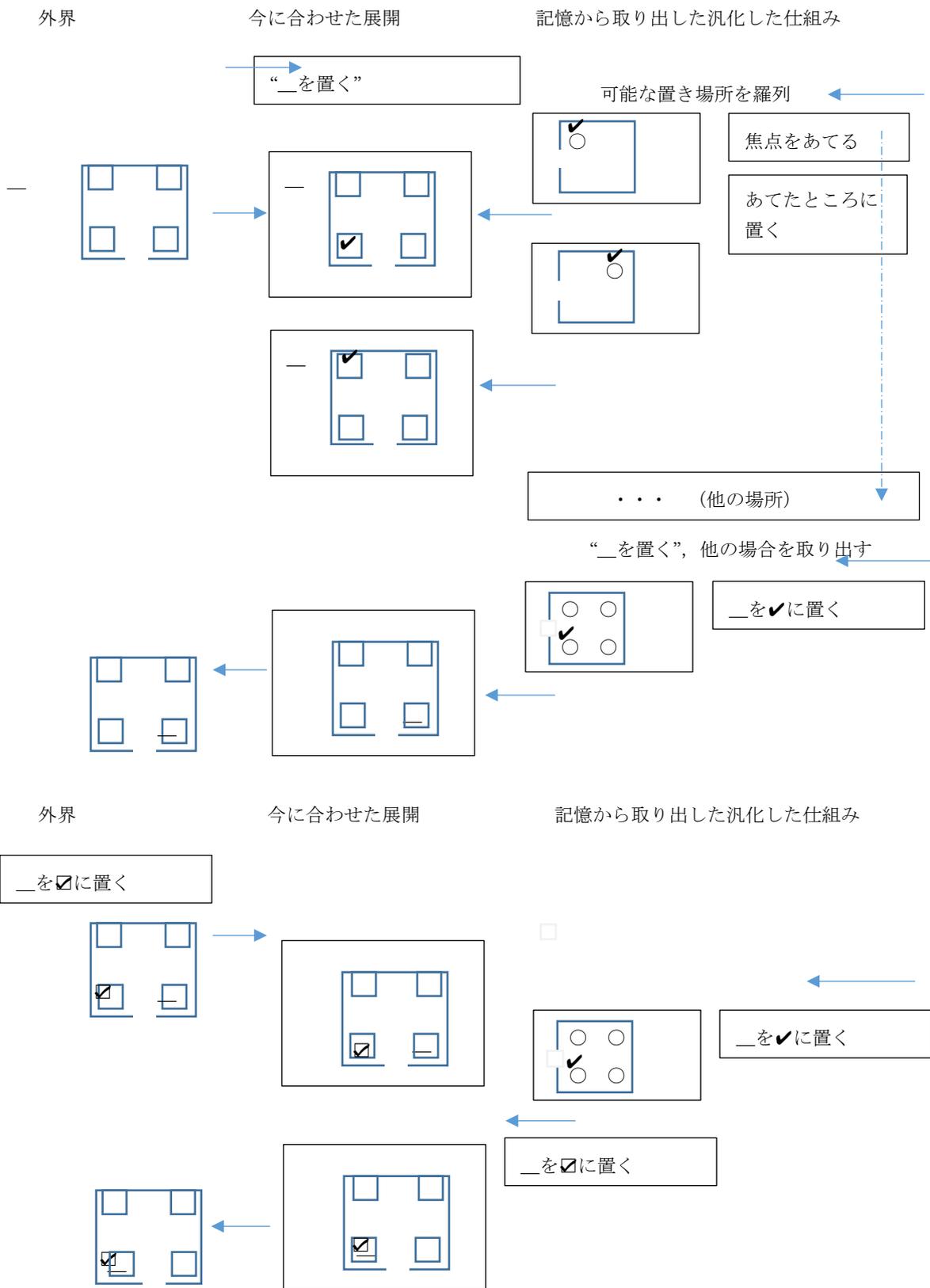


図 2.19 __を✓に置く.

外界

今に合わせた展開・記憶から取り出した汎化した仕組み

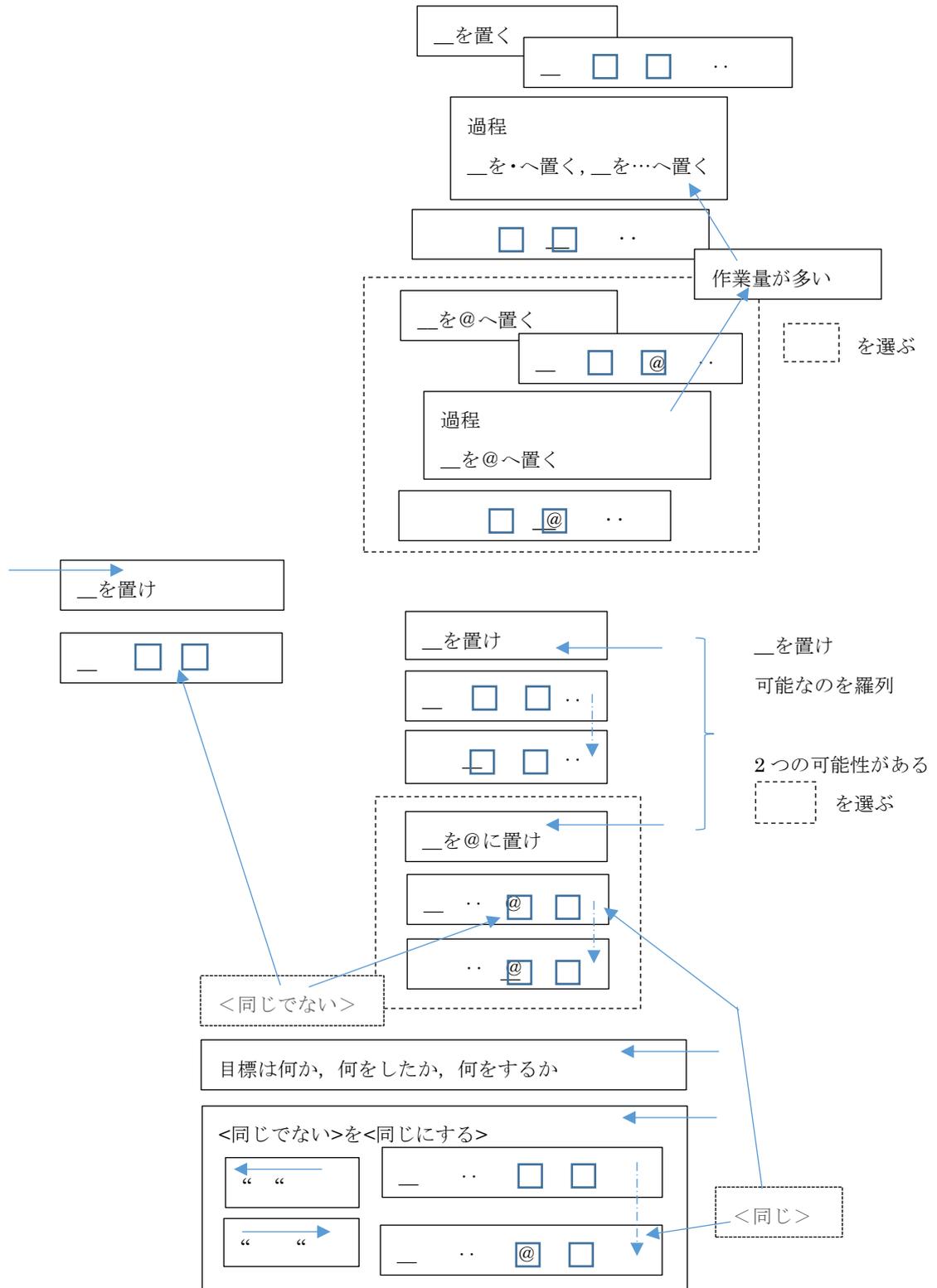


図 2.20 “どこに”と発する動機. を選ぶことは, 「@がない」を「ある」にすること.

しかし、まだ、「どこかに決める」仕組みと結びつく記号を創っていないとする。すると、機械 A は、別の機械 B と、何かを置くときの場所に選択肢があることを共有しているが、選択肢のうちの特定の「どこに」を共有していないことが起こる。そして、何かをどこに置くか、置く場所を選ぶことを共有する目的で、「どこに置く」（どこに置くか言え（決めよ））と記号を使うようになる。機械は、記号を「どこにするか選ぶ」動作（作業）と結びつけ、その記号を使うことで、「どこにするか」決める動作を共有する。

共有しようとする動機の一つは、以下のように起こる。置くところがいくつかあり、そのうちの一つに、一つの対象を自分が置く。相手に、置くところを変えさせられる。一方、相手が、置くところを言ったときは、変えることがないことがあった。機械は、一つの対象を置くことが目的のとき、目的への過程において、置く回数を少なくする方を選ぶ。だから、相手が置くところを言う過程を選ぶ。

この段階で、機械は、「__を置け」と、置く場所がない形で、言われるとする。機械は、置く仕組みを取り出すが、相手が置くところを言う過程を優先する。実際には、置くところは言われていない。置くところを得ようとする。（置く場所について、相手と共有する。）これが動機となる。

あるいは、機械は、何か作業をするとき、使う道具を、いくつかある可能性の中から、1つとる、「どれにするか」決めることがある。このとき、1) 使う道具を1つ選ぶ。隣の機械に中断され、他の道具を使えと言われる。これら経過を記憶する。2) 別の機会に、機械は、その作業と使う道具を同時に言われる。このときは、道具の選択での中断がない。3) 機械は、その作業、使う道具、それらが言われることを、道具が言われず作業は言われることより優先する仕組みを作る。4) 次に、作業をやることを言われると、機械は、記号、「どれにするか」を発する動機が起こる。「どれにするか」決める動作を、隣の機械と共有する。

何か対象を使って、ある目的を達成するとする。このとき、1つの対象を、2つのところで使う場合がある。たとえば、板 5 枚を使って、テーブルを作る。板 2 枚を、トップの板にする。そして板 3 枚を、足にする。

これらをやると、機械は、何かをやるのに、今ある 2 つのどちらかを__にあてる（使う）、もう 1 つをあてる（対象の物を選ぶ）、何かを 2 つあるどちらかに置く（場所を選ぶ）、何かを 2 つあるどちらかの仕方でやる（方法）、仕組みを作る。同様に、今いる 2 つのうち、どちらかがやる（誰）を作る。

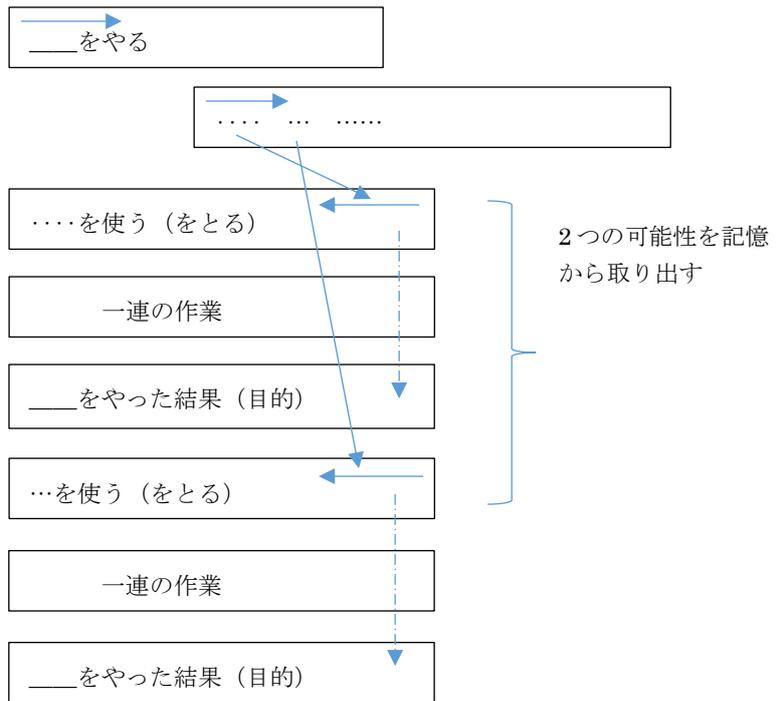


図 2.21 2つの可能性を記憶から取り出すことを含む仕組み。

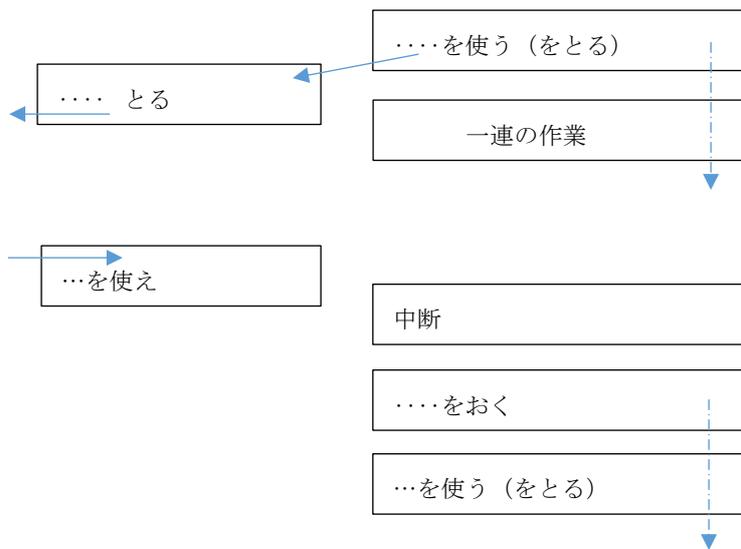


図 2.22 1つの可能性をとってやる。別の可能性を言われる。中断。これらを記憶する。

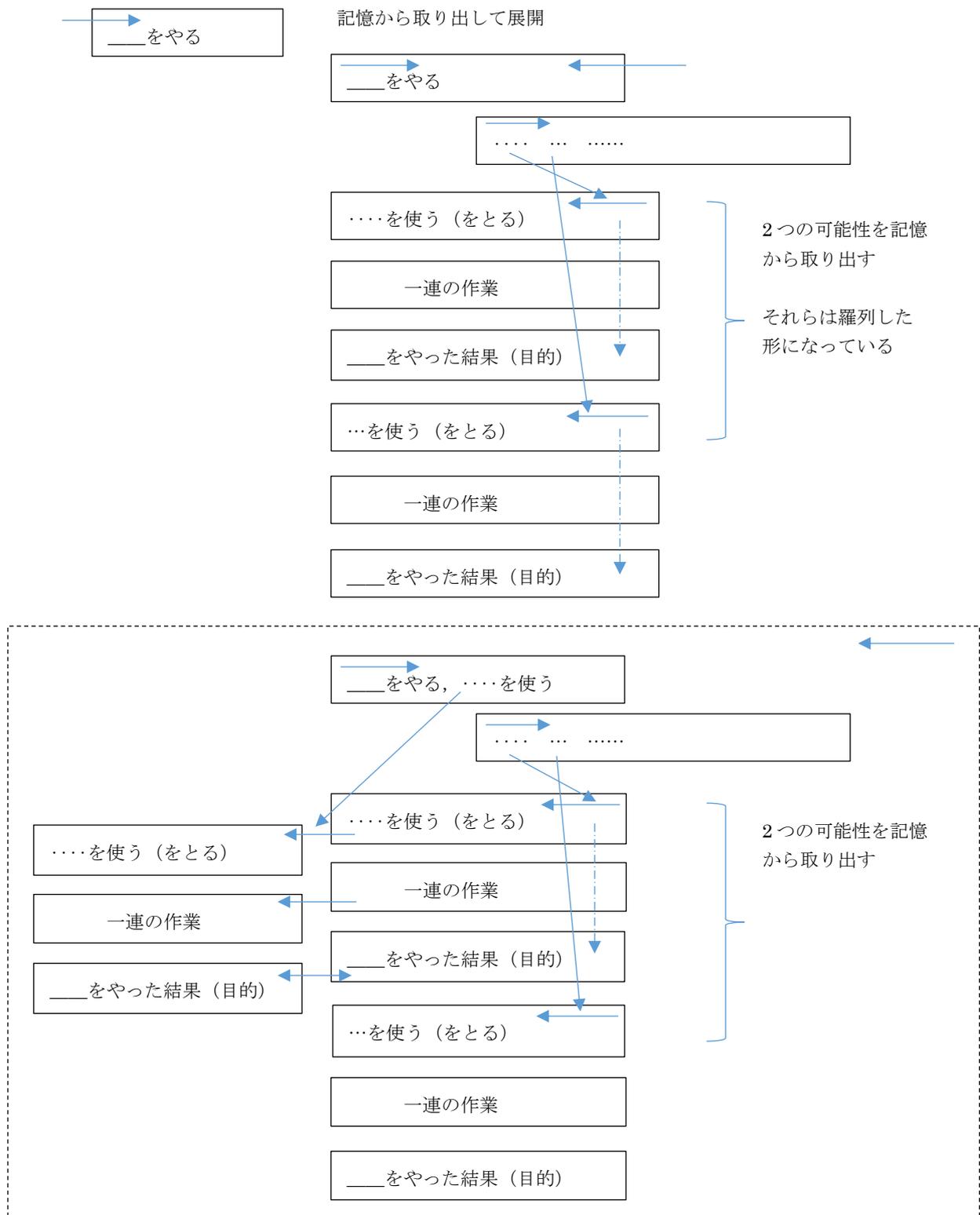


図 2.23 ___をやると言われる。記憶から取り出すのは2つ。1つは、2つの可能性、…と…を羅列。もう1つは、…、…のうちの1つ…の指定がある。機械は、指定があるのを選ぶ。

置く場所に選択肢がある，あるいは，使う道具に選択肢がある．どこ / どれを選ぶかについて，作業を指示する機械と共有する目的で，”どこ”そして”どれ”，という記号を使う．

“どこ” / “どれ”を使うときは，相手から言われなくても，選択と結びつくこと（選択の条件）を，機械は得ていない．だから，条件を使うことで，選ぶことはない．

選択に使う，相手に言われるのでない条件

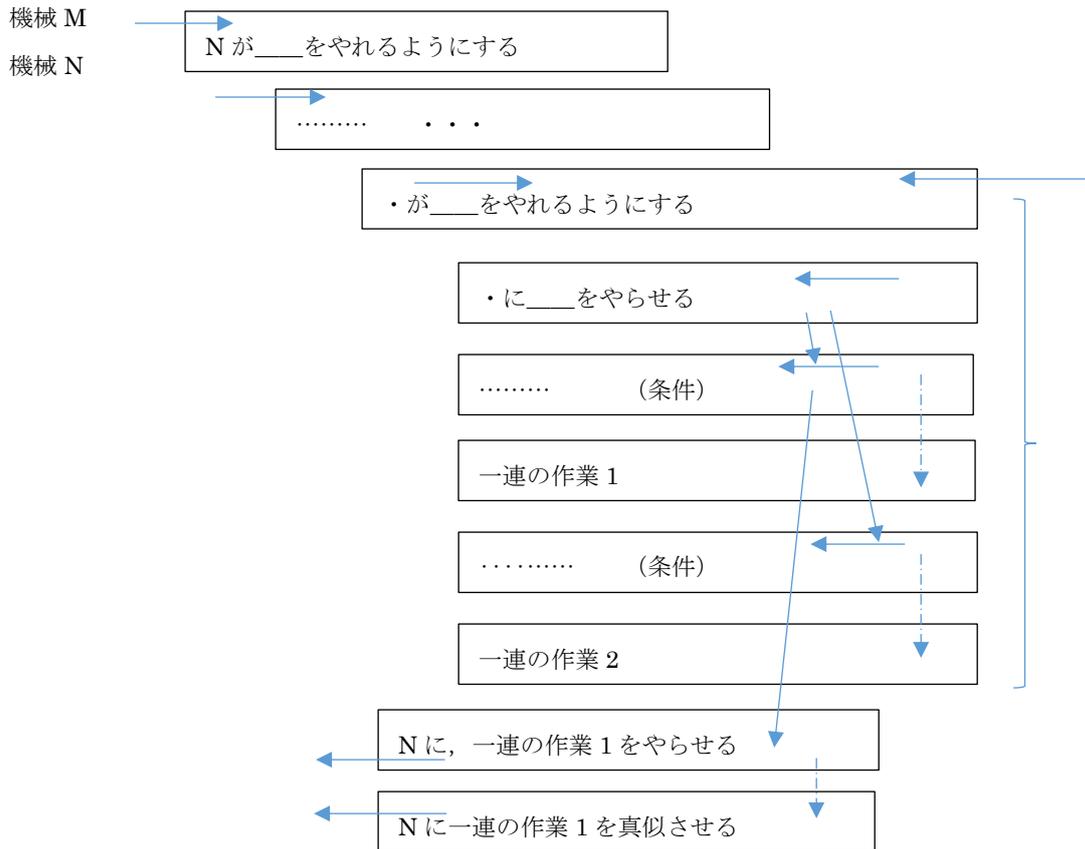
機械は，何かやる条件と，やることを結びつけた形で仕組みを作ることがある．そして，何かやることを同じだと見なすことが複数あると，それらを，やることの記号列から始まり，やる条件とやることを羅列する形で仕組みにする．たとえば，何かを分ける場合，何かを分けることを同じとみなし，人数が変わらず同じとき，どうするか，それに続いて，分ける全体の数が変わらず同じとき，どうするか，など，羅列する形で仕組みにする．

その後，機械は，自分がやったことを，隣の機械に獲得させ，その機械にやらせようとする．機械は，隣の機械に，自分がやった，羅列のはじめ，1つの条件下でやることをやらせる．隣の機械は，やれるようになる．ところが，もうひとつの条件となっていることがあると，隣の機械は，作業を中断する．機械は，中断することと，もうひとつの条件になっていることを得る．

機械は，そもそもの目的，隣の機械に，自分がやったことをやらせるため，やることが同じだとしていくつかのことをやらせるため，隣の機械に，それぞれの条件でやることをやらせる．いいかえると，選択肢のそれぞれをやらせる．そして，選択肢の分だけやれるようにする．そういう仕組みを作る．

外界

機械 M が、その一時記憶に展開すること



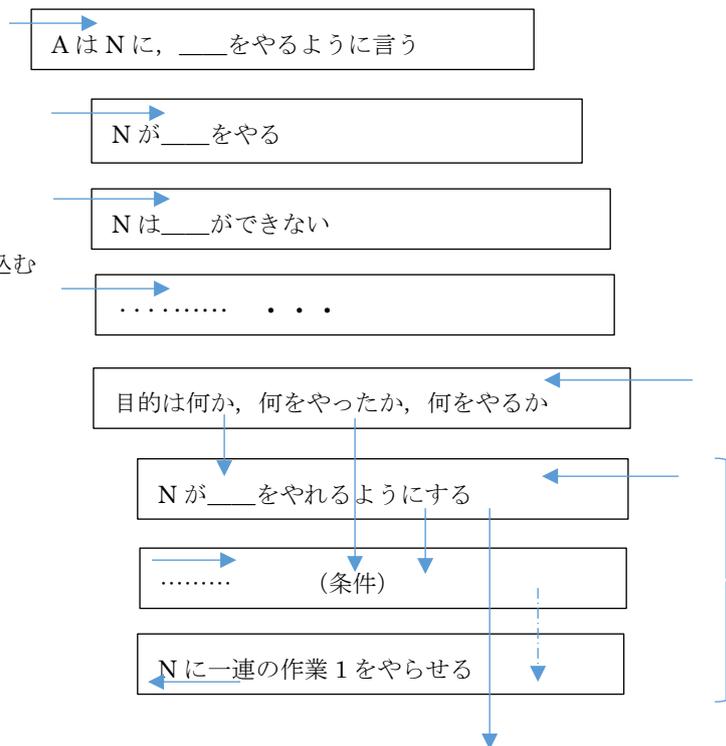
機械 M

機械 A

機械 N

保留

M は全体を取り込む



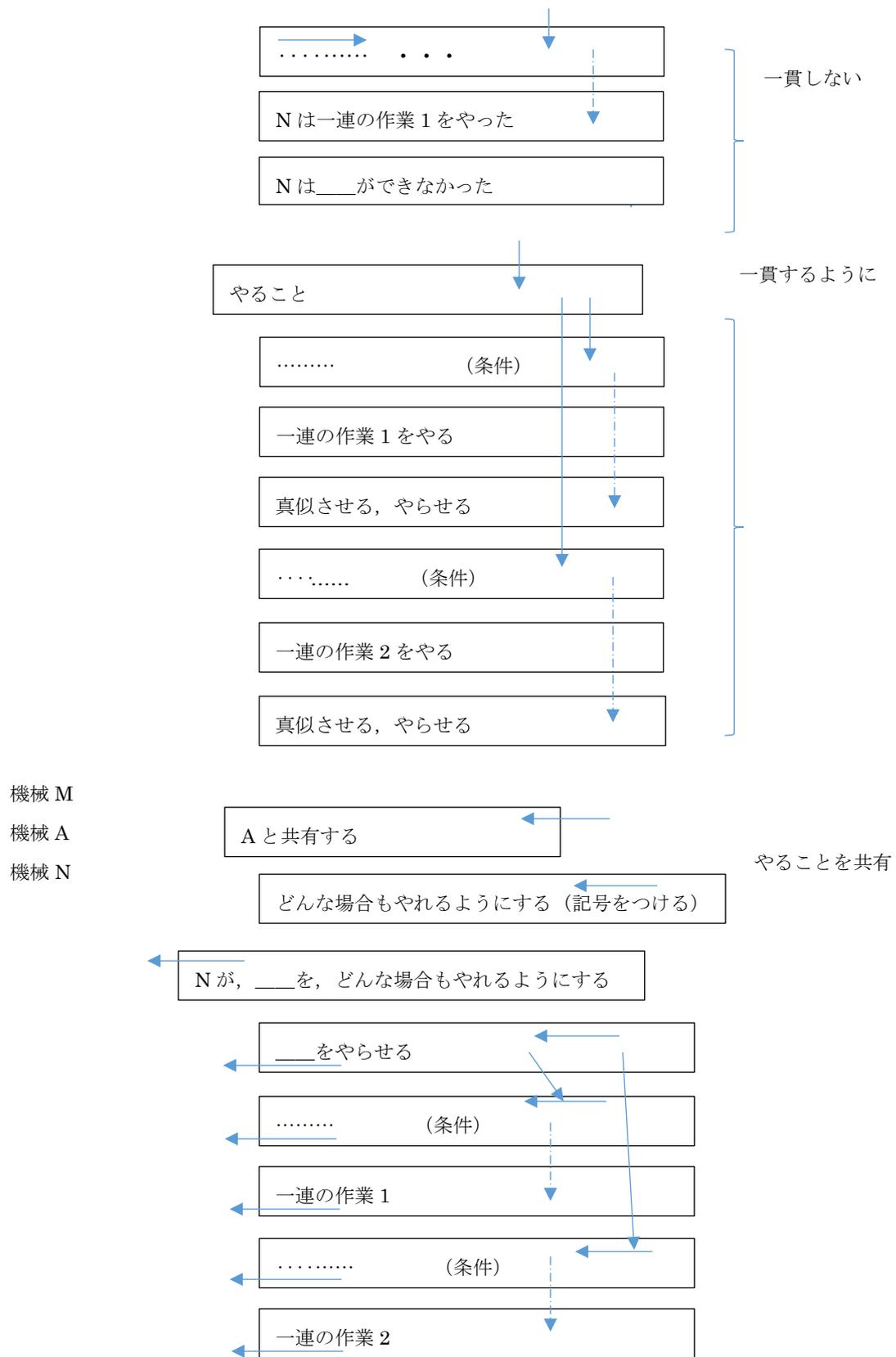


図 2.24 2つのやり方がある. 条件によってどちらかをやるが, どちらもやれるようにする.

それらをやるようになった2つの機械が、2つの別々の環境にいるとする。たとえば、1つは、何人に分けるかは変わらず、全部でいくつ分けるかが変わる場合、もう1つは、何人に分けるかが少なくなったり多くなったりする、分ける対象は豊富にある場合だ。それぞれの環境で、機械は、それぞれの作業をする；1) 全部で17個ある。4人に配る。1人に、同じだけ、できるだけたくさん分ける。いくつずつ分けるか。あるいは、全部で20個ある。4人に分ける。1人に、同じだけ、できるだけたくさん。いくつずつ配るか。2) 4人に配る。1人に3個ずつ配る。全部で何個配るか。あるいは、5人に配る。1人に2個ずつ配る。全部で何個配るか。あるいは、6人に配る。1人に3個ずつ配る。全部で何個配るか。

新参に、自分がやっていることをやらせる。機械Mは、新参に言う。1) 全部で15個ある。4人に配る。1人に、同じだけ、できるだけたくさん。いくつ配ることになるか。2) 全部で20個ある。4人に配る。1人に、同じだけ、できるだけたくさん。いくつ配ることになるか。など。4人が5人になった。同様に、1) 全部で15個ある。5人に配る。1人に何個ずつ配るか。2) 全部で20個ある。5人に配る。1人に何個ずつ配るか。など。

機械Nは、別の新参に言う。1) 5人に配る。1人に2個ずつ配る。全部で何個配るか。2) 6人に配る。1人に3個ずつ配る。全部で何個配るか。など。

機械Mが、機械Nのやることを見て、やっていることを取り入れる。また、他の機械が、やっている分ける作業を取り入れる。すると、自分のやることと、機械Nや他の機械のやることが、同じことをやっていること、つまり、1) 新参の機械に言ってやらせること、2) 〃を、人人…に…個ずつ配る。全部で…個配ることを見出す。そして、異なることを見出す。つまり、1) 人人…は変わらない / 人人…は、「3, 4, …」のどれか、2) いくつ分けるかは、(分けたことがある中から選ぶ)「1か2か3か、もっと多いか(大きいか)」のどれか / 求めさせる、3) 全部で分けるのを、求めさせる / (全部でいくつあるかやったことがある中から選ぶ)「1か2か3か、もっと多いか(大きいか)」のどれか。

さらに、機械Mは、全体として、共通することを見出そうと試みる。目的は何か。新参の機械にやらせること。そして、「人人…」, 「1人に…ずつ分ける」, 「全部で…分ける」があること, 「「人人…」はいくつか」と「…」をかけると「…」になる」という関係があること(その関係を使って、1人にいくつ分けるか、あるいは全部でいくつ分けるかを求めさせること)。これは、すでに保持していることだ。さらに共通することは、すでに見出していることと同じになり、ここで見出すことはない。

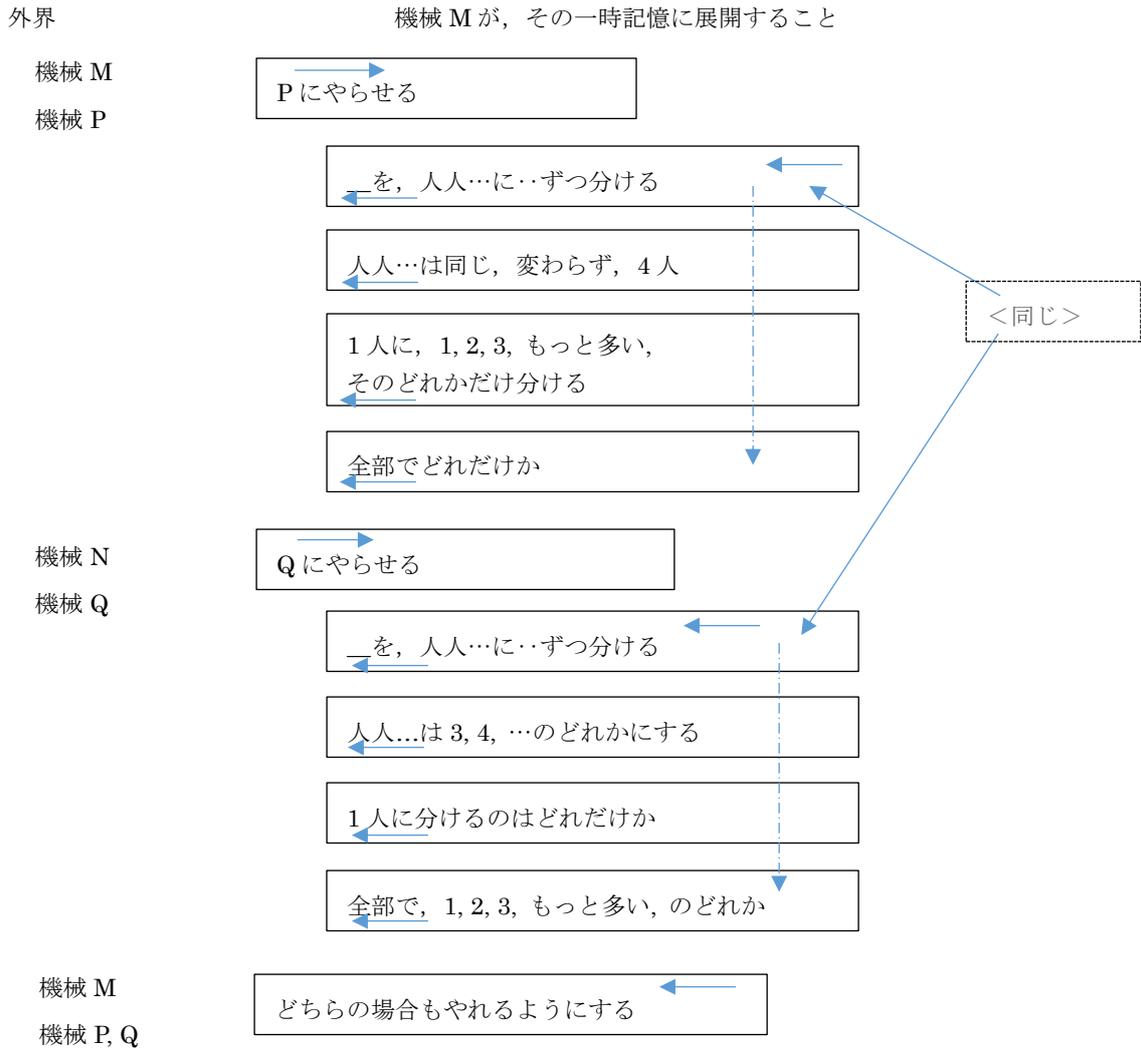


図 2.25 何かを分ける作業. 人数が決まっている場合, 全部で分ける数が決まっている場合.

機械 M は、自身がやること, 機械 N のやることを取り込み, 両方ができるようになる仕組みを作る.

次に, 機械は, 長方形の辺の長さとおびさ, 正方形の辺の長さとおびさにおける関係を得ているとする. 関係は, 2 つの長さをかけるとおびさとなることだが, 1) 2 つの長さをかけておびさを求めるもの, 2) おびさを 1 つの長さで割ることで, もう 1 つの長さを求めるもの.

機械は、別の機械に、関係を使って、辺の長さあるいは広さを求めさせる。機械 M は、縦の長さは・、横の長さは…。広さはどれだけか（広さをないからあるにする）をやらせる。一方、機械 N は、広さは…、縦の長さは・だ。横の長さはどれだけか（長さがないからあるにする）をやらせる。

機械 M は機械 N のやることを見る。そして、自分のやることと、機械 N のやることが、同じことをやっていること、つまり、1) 新参の機械に言ってやらせること、2) 縦の長さとの横の長さをかけると広さを使っていること、を見出す。そして、異なることを見出す。つまり、1) 縦の長さを、「1か2か3か、もっと多いか（大きい）」のどれか / 求めさせる、2) 横の長さを、「1か2か3か、もっと多いか（大きい）」のどれか / 求めさせる、3) 広さを、求めさせる / 「1か2か3か、もっと多いか（大きい）」のどれかにする。

機械は、全体として、さらに共通することを見出そうとする。目的は何か。新参の機械にやらせること。そして、「縦の長さ」、「横の長さ」、「広さ」があること、「横と縦の長さをかけると広さ」という関係があること、その関係を使って、広さ / 長さを求めさせること。これらは、すでに保持している。

さらに共通することは、すでに見出していることと同じになり、新たに見出すことはない。実際、共通することは、何か対象がある、方向がある、対象の間に関係がある、自分による働きかけがある、対象と関係は変化する、となる。

機械は、分けるのはいくつかを求めさせること、正方形そして長方形の長さ、広さを求めさせること、その他、何かはいくつになるかを求めさせることに、共通することを見出す。「__」,「__を」、「1, 2, 3, もっと多い（大きい）」のどれかにする、「__を求めさせる」があること、そして、目的の状態があることだ。

機械は、すでに作っている「__を求めさせる」 / 「__を「1か2か3か、もっと多いか（大きい）」のどれかとする」に、汎化した選ぶ仕組みを重ねる。汎化した選ぶ仕組みは、「…、…、…」,「…を…」 / 「…を…」,そして目的の状態から成る。

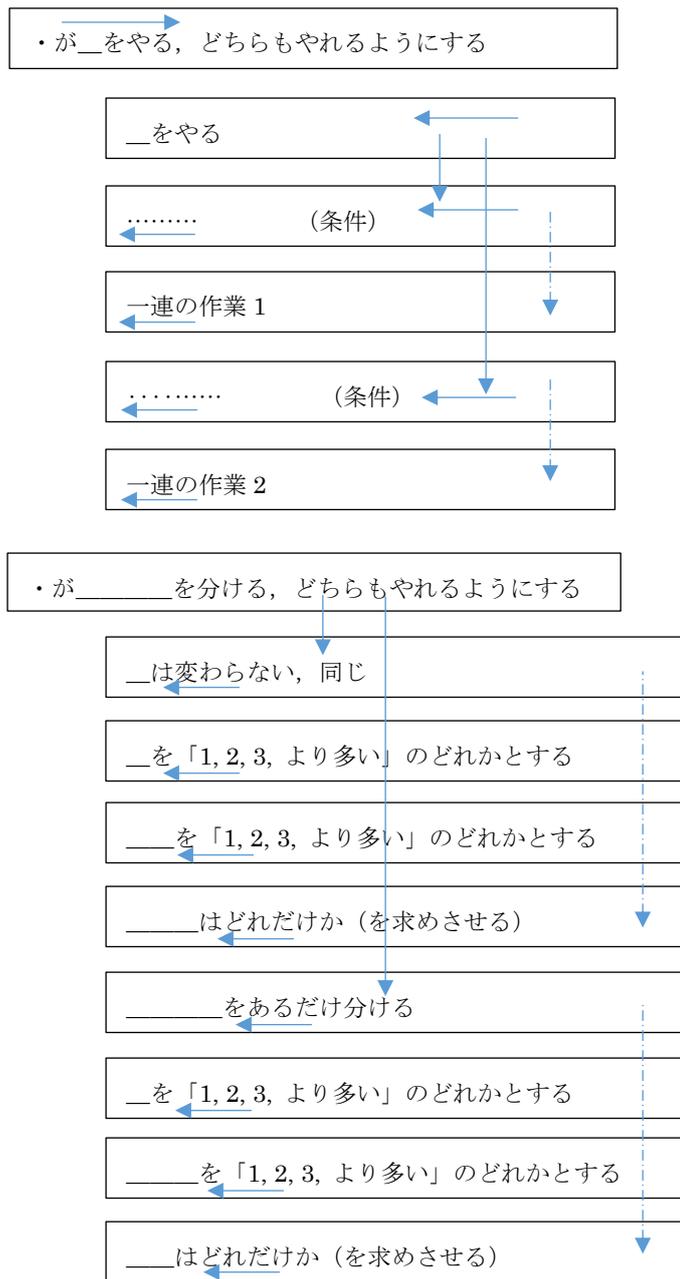


図 2.26 どちらの場合もやらせる. 汎化した仕組みを, 「_____を分ける」仕組みに重ねる.

機械が, 「長方形の縦の長さや幅があるとき (決まっているとき), 横の長さを, 幅を割る縦の長さをやることで求める」 ことを見出すことは, 別途述べる.

2.6 ”求めること（求めさせること）”を作る

このセクションでやること

「ない」のが「ある」になることを以下のように区分する。1) すでにどこかにあって、ここに移動することで、ここに「ない」のが「ある」になることがある。見えない（触れない）ところにあったのだが、見える（触れる）ところに移動することで、「ない」が「ある」になる。たとえば、（ここに）水がない。どこかから運んできて水があるにする。2) 何かはあって、それに何かをすることで、「ない」のが「ある」になることがある。たとえば、（ここに）水がないが、氷はある。氷を溶かして水にする。結果、水がある。（ここに）レンガはないが、土、水、たきぎと窯がある。土に水を混ぜて直方体の形にする。それを窯に入れて、たきぎで熱する。レンガがあるになる（レンガができる）。3) 何かはあって、それに何かをすることで、「ない」のが「ある」になることがある。たとえば、「4に3を加えるとどれだけか」という文がある。これを機械（人）が得ると、「7」を書く。ない7が、あるになった。4) 何かはあって、それに何かをすることで、「ない」のが「ある」になることがある。（ここに）花はないが、花の種と土地がある。種を土地におく。ときどき、水をやると、花があるになる（花ができる）。

機械が、「ない」のを「ある」にする、今述べた区分けをどのように作っているかを述べる。そして、「いくつあるか（どれだけあるか）を求める」のが「ない」から「ある」にするとき、それを、区分け2)に入れる。その過程を述べる。

「ない」から「ある」に変わる（変える）仕組み

機械は、何か「ない」から「ある」になる（する）仕組みを、以下のように作っている：
1) 作業の前後、視覚系・聴覚系が得ることは、「ない」から「ある」に変わる。ところが、「ない」から「ある」に変わる対象は、ずっとある。作業の前、視覚系・聴覚系が、それを得ないのは、視覚系・聴覚系から届かないところにあるから。仮に、届けば、作業後に、視覚系・聴覚系が安定的に得るのと同じのを得る。2) 作業の後、視覚系・聴覚系が得ることは「ある」。目的とする形で「ある」。しかし、作業の前は、視覚系・聴覚系が得ることは作業の後のそれらとは異なる。目的とする形では「ない」。3) 作業の前は、その記号はまったく「ない」。どこにもないが、作業の後には「ある」。記号と結びつくものは、作業の前後で変わらず「ある」。4) 機械が作業をするだけでなく、作業の対象が自ら変わる。

“”求めること（求めさせること）”を作る”に至る過程

機械 M と機械 A は、新参の機械に、「長さ」/「広さ」を求めることをやらせるようになっている。機械 M と機械 A は、何であれ、やらせることを、文の形で書くようになっている。

機械 M は、新参の機械に、ある長さとおびさで求めることを言っけ書き出す。そして、求める手順を言う。新参に、今言っけことと同じ長さとおびさで、再度、求めることを言う。新参の機械は、自身で、それをやる。新参の機械に、異なる長さとおびさで求めさせる。やれない。一方、いくつかの長さとおびさで求めることを言っけ書き出す。そして、それぞれの求める手順を言う。その後、新参の機械に、異なる長さとおびさで求めさせると、それができる。これらから、目的、新参が自身で、それをやる、を達成するには、同じ長さとおびさで求めさせるのでなく、いくつかの長さとおびさで求めさせることを選ぶ。

機械 M は、”” ____ の広さを求める””のを書け””と言われるとする。機械 M は、” ____ ”、” ____ の広さ”、”…をを求める”、”…を書け”の仕組みを取り出す。そして、「 ____ の広さを求める」と「 ____ の広さを求める」のを書け””を構成する。そして、書き出す。

機械 A は、書き出したことを、「 ____ の広さを求める」ことを言うもの（内容を見るとき）であり、かつ、「何か書かれた」もの（内容ではなく、書かれた記号が並んでいる）、さらに「何かある」もの（視覚系に安定してあるもの）として見る。

機械 A は、それらを見て、”もつと”” ____ の広さを求める””のを書け””と言うとする。機械 M は、” ____ の広さを求める”を得て、” ____ ”、” ____ の広さ”、”…の広さ”、”…をを求める”、仕組みを取り出す。そして、セクション 3.4 で述べた、「 ____ の広さを求めさせる」とき、相手に”求めさせる”中身を決めること、つまり、この長さを…にする、その長さを…にする、そして ____ の広さを求めよ、を展開して、それを書き出す。

機械 A は、機械 N に、”” ____ の広さを求める””のを書け””と言う。機械 N は、すでに書いたのと同じのを書く。

機械 A は、すでにあるのと同じでない、 ____ の広さを求める、が書かれることを目的としていた。目的を達成できない。目的達成のため、何をやっけか、何をするか。すでにやっけやり方において、長さを、・としたのに、「同じでない」をかぶせる。そして、長さを同じでないのとする。（結果、すでに書いたの異なる値を選ぶことになる。）それを言う仕組みを一時的に作る。

機械 A は、機械 N に言う。”すでに書いたの異なる”、”” ____ の広さを求める””のを書け””。このとき、展開している仕組みは、「すでに書いたの異なる、 ____ の広さを求める」のがあ

る」ようにして、つまり、「「すでに書いたのと異なるの」を描き」、それから「それを書き出す」ことを描いている。機械 A は、展開していることのうち、「書け」を発しているが、機械 N と、「「すでに書いたのと異なるの」を展開する」ことを共有したい。機械 A の中に、展開することを発する動機、記号をつける動機が生まれる。

さらに、機械 A は、他のことをやらせようとして、同じ動機を得る。機械 A は、機械 N に言うことが起こる。「すでに書いたのと異なる」、「__を分けるが、全部でどれだけ分けるか求める」のを書け」。機械 A が展開している仕組は、「「すでに書いたのと異なる、__を分ける、全部でどれだけ分けるか求める」のがある」ようにして、つまり、「「すでに書いたのと異なるの」を描き」、それから「それを書き出す」ことを描いている。

機械 A は、汎化した「・を作る」仕組みと記号“・を作る”を、今、展開している仕組みに重ねる。汎化した「・を作る」は、作業の後、視覚系・聴覚系が得ることは「ある」、作業の前は、同等のものは「ない」、しかし、それを構成するのは「ある」、から成る。これは、今、展開していることを汎化すると一致する。結果、「“___の広さを求める”のを作る」、あるいは、「__を分けるが、全部でどれだけ分けるか求める”のを作る」と記号をつける。

(ここでは述べるできない、重要な観点がある。人は、2つのレンガを、それらの寸法、材質が同じであれば、同じとする。同じであっても、それぞれを個別に扱う。一方、「__を求めよ」は、2つが同じ文面であれば、それぞれを個別には扱わない。「___を求めよ」にある長さか広さかが異なると、別のものとして扱う。

おそらく、用途があるかないかによって、それらの扱いが決まるのだろう；2つのレンガは同じであっても、それぞれの用途はある。一方、2つの「___を求めよ」は、同じであれば、それぞれの用途はなく、用途は1つしかない。)

外界

機械 M が書き出すこと



縦が 32, 横が 27, の長方形がある. その広さを求めよ.

縦が 32, 横が 27, の長方形がある. その広さを求めよ.

縦が 32, 横が 27, の長方形がある. その広さを求めよ.
縦が 18, 横が 33, の長方形がある. その広さを求めよ.

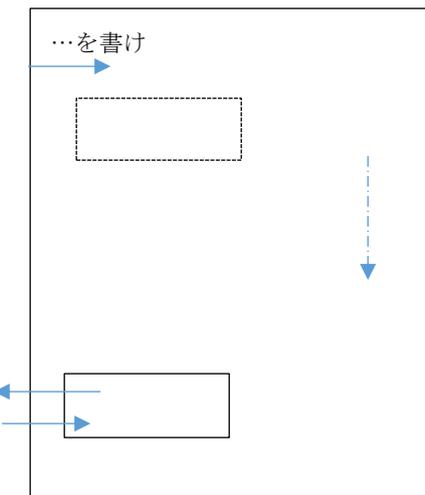
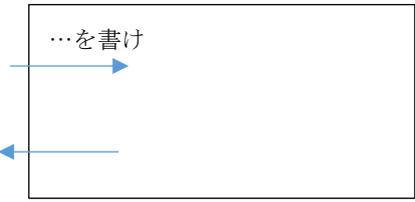
縦が 32, 横が 27, の長方形がある. その広さを求めよ.
縦が 18, 横が 33, の長方形がある. その広さを求めよ.



縦が 32, 横が 27, の長方形がある. その広さを求めよ.
縦が 18, 横が 33, の長方形がある. その広さを求めよ.

底辺が 18, 高さが 7, の三角形がある. その広さを求めよ.

機械 A が展開していること



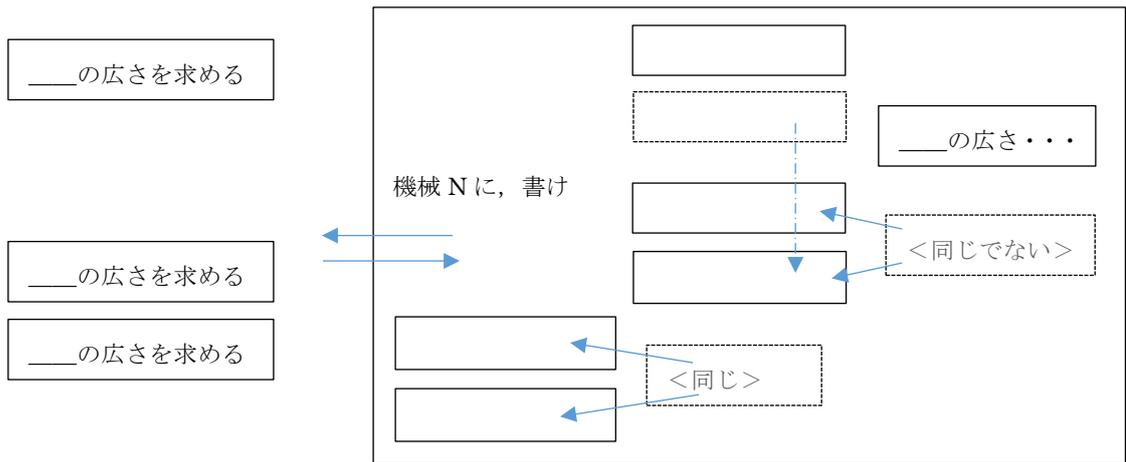
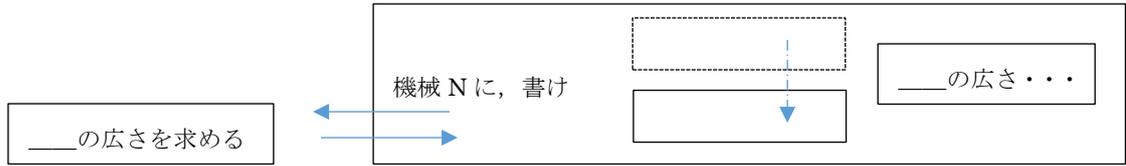
外界

機械 N が書き出すこと

機械 A が展開していること

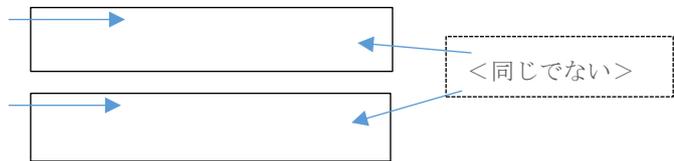
入力 / 出力

記憶から取り出して展開

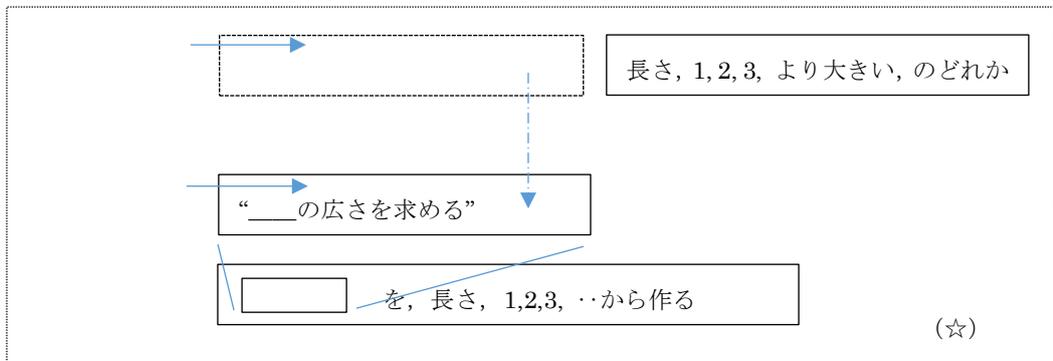
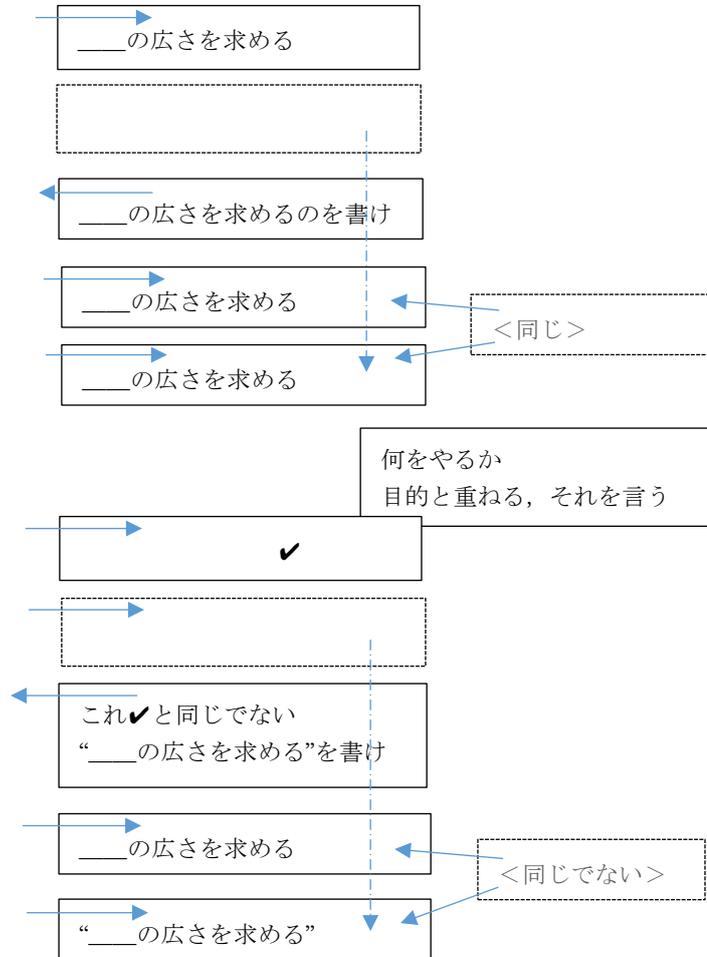


目的に到達しない

目的は何か、何をやったか、何をやるか



機械 A が展開していること
記憶から取り出して展開



(☆)

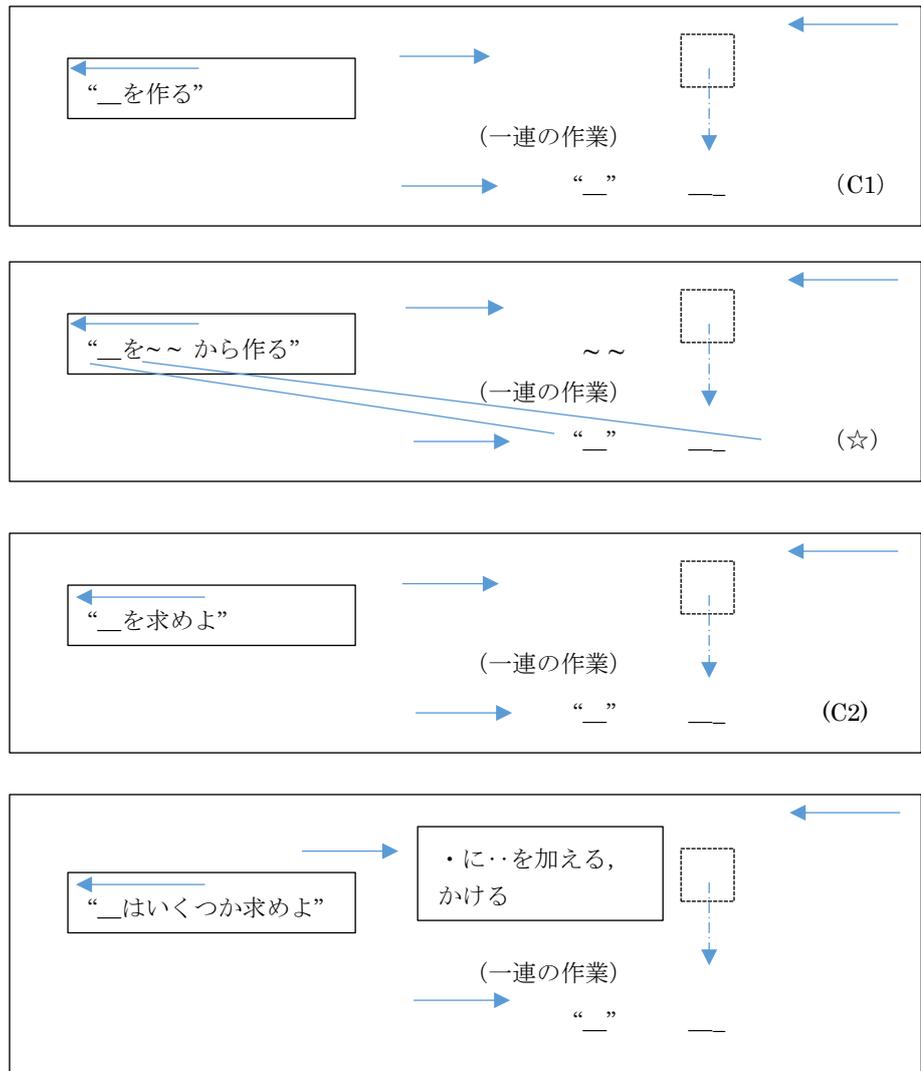


図 2.27 「「___を求めさせる」ことを作る」. 「ない」を「ある」にする仕組みと重ねる. その仕組みの中で, より合うかつ衝突がないのを選ぶ. C1, C2 それぞれの詳細を取り出す. また, 「広さを求める」を展開して書き出すところの詳細を取り出す. そこで, ☆を選ぶ.

2.7 2次方程式の問いに相当するのを作る

機械は、長方形、正方形、三角形、台形の広さを求める仕組みを作っている。さらに、これら形の長さや広さにある関係を使って、「 \square を \cdot として」「 \square の広さを求める」ことを作る、「 \square を \cdot として」「 \square の長さを求める」ことを作る」仕組みを作っている。

そこで、機械にいくつかのことを獲得させる。1) 「2つの長方形を合わせてできる長方形の広さを求める」こと。たとえば、縦の長さは12、横の長さは41の長方形がある。その隣に、縦の長さは12、横の長さは22の長方形がある。2つの長方形を合わせた広さはどれだけか。2) 「正方形の縦の長さを伸ばす。伸ばしてできた長方形の広さを求める」こと。たとえば、縦と横の長さが8の正方形がある。縦の長さを5伸ばす。伸ばしてできた長方形の広さはどれだけか。3) 「正方形の縦と横、2つの辺の長さを同じだけ伸ばす。伸ばしてできた正方形の広さを求める」こと。たとえば、縦と横の長さが14の正方形がある。縦の長さを6伸ばす。横の長さを6伸ばす。伸ばしてできた正方形の広さはどれだけか。4) 「正方形の縦の長さを短くし、横の長さを短くした長さだけ伸ばす。正方形の広さを求める」こと。たとえば、縦と横の長さが9の正方形がある。縦の長さを3短くする。横の長さを3長くしてできた長方形の広さはどれだけか。5) 「長方形がある。縦の長さは16。横の長さは26。4つ組み合わせて、大きい正方形の形を作る。内側に、小さい正方形ができる。小さい正方形の辺の長さはどれだけか。大きい正方形の辺の長さはどれだけか。

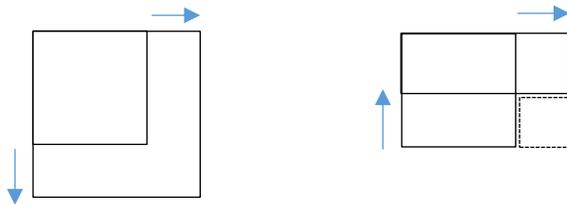


図 2.28 正方形を伸ばす、縮める。

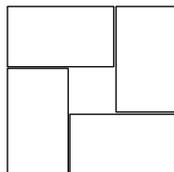


図 2.29 長方形を合わせて正方形を作る。

そこで、機械に、自分がやったことを、隣の機械にやらせるように言う。目的は、自分がやったいくつかのことを、隣の機械にやらせることだ。機械は、「__の長さは・ / ____の広さは…、 ____はどれだけか」と合う、かつ「やらせる」と合う汎化した仕組み（セクション 2.5 で述べた）を取り出す。そして、仕組みにある__、 ____と ____に、具体的なこと、つまり自分がやったことを入れ、「__を・とし、 ____を…とし、 ____を求めさせる」ことを作る。さらに、すでに得ている関係を使って置き換えを行う；たとえば、正方形の広さは、4つの小さい正方形の広さと同じ、長方形の広さは、正方形と小さい長方形を合わせた広さと同じ、などだが、同じは、図の記号の形で作っている型によっている。そして、作ったのを、隣の機械に、やらせる。

- 1) 「2つの長方形の縦、あるいは横の長さが同じとき、それらを合わせると、長方形ができる。その長方形の広さを求めよ」を作る。また、「2つの長方形の縦の長さは・で、同じ。1つの長方形の横の長さは…。2つの長方形を合わせてできた長方形の広さは…。もう1つの長方形の横の長さを求めよ」を作る。
- 2) 「正方形の1つの辺の長さを伸ばす。伸ばしてできた長方形の広さを求める」を作る。また、「正方形の辺の1つを伸ばして長方形を作る。伸ばす長さを・とする。伸ばしてできた長方形の広さを…とする。正方形の辺の長さを求めよ」を作る。
- 3) 「正方形の2つの辺の長さを同じだけ伸ばしてできる正方形の広さを求めること」を作る。「正方形の2つの辺、それぞれを6だけ伸ばす。伸ばしてできた正方形の広さは81。伸ばす前の正方形の広さはどれだけか求めよ」を作る。
- 4) 「正方形がある。縦と横の長さは、8。縦の長さを3短くする。横の長さを3長くする。広さはどれだけか」。「正方形がある。縦の長さを4短くする。横の長さを4長くすると長方形ができる。その長方形の広さは33。元の正方形の1辺の長さはどれだけか」。
- 5) 「長方形がある。横の長さは18。4つ組み合わせて、大きい正方形を作る。その正方形の広さは900。元の長方形の縦の長さはどれだけか求めよ」を作る。「長方形がある。横の長さは18。4つ組み合わせて、大きい正方形を作る。中に小さい正方形ができる。その広さは36。元の長方形の縦の長さはどれだけか求めよ」を作る。「長方形がある。縦と横の長さを合わせると30。その広さは864。長方形の縦と横を求めよ」を作る。

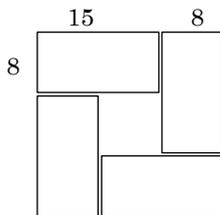
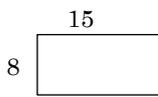
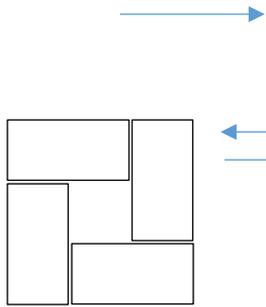
この段階では、機械は、自分がやったことを、隣の機械にやらせる仕組みを作っている。人は、機械に、それを取り出させて使わせるきっかけを与える。

ここでは、機械が、自発的に、隣の機械に、自分がやったことをやらせるきっかけを見出すことを、まだ述べることはできない。

外界

外界から取り入れて、記憶から取り出したことを重ねること

記憶から取り出すこと



長方形 4つ並べる 

大きい正方形 

中に小さい正方形 

縦を・とする

横を・とする

縦を 8 とする

横を 15 とする

何が同じか、何が言えるか

広さはどれだけか

長さはどれだけか

長方形の広さはどれだけか

120

大きい正方形の広さは

529

大きい正方形の辺の長さは

縦と横

23

中の小さい正方形の広さは

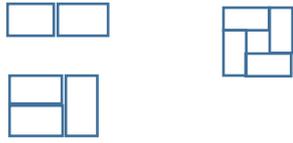
49

長方形 4つの広さは

480

大きい正方形は長方形 4つと中の小さい正方形と同じ

529 は 480 と 49

広さと広さを合わせる 

隣り合う広さを加える

4角がいくつかの4角から成る構成する4角の広さを加えるとその4角の広さ

外界

外界から取り入れて、記憶から取り出したことを重ねること

記憶から取り出すこと



_____は__と____をかけたもの

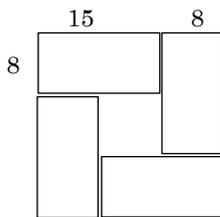
_____を求めるのを作る

縦を 8 とする

__を・とする

____を・とする

横を 15 とする



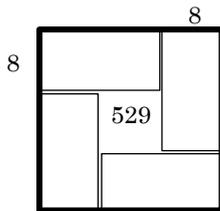
長方形の広さはどれだけか

大きい正方形の辺の長さは

大きい正方形の広さは

中の小さい正方形の広さは

中の小さい正方形の辺の長さは



大きい正方形の広さ 529 とする

大きい正方形の辺の長さは

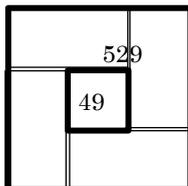
縦を 8 とする

横の長さはどれだけか

何が言えるか、何が同じか

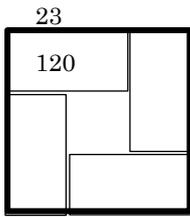
大きい正方形の広さを 529 とする

小さい正方形の広さ 49 とする



長方形の広さはどれだけか

横の長さはどれだけか

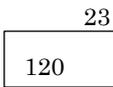


大きい正方形の辺の長さ 23 とする

長方形の広さ 120 とする

横の長さはどれだけか

何が言えるか、何が同じか



縦と横を合わせた長さを 23 とする

長方形の広さを 120 とする

横の長さはどれだけか

図 2.30 「___を求めよ」を作る.

すでに、機械は、「与えられた正方形の1方向を伸ばして（1つの辺を伸ばして）長方形を成すこと」「もう1つの方向を、伸ばしたのと同じだけ縮め、長方形を成すこと」をやっている。「正方形を1つの方向に伸ばし、もう1つの方向に、伸ばしたのと同じ長さだけ縮める。できた長方形の広さは、正方形より、伸ばしただけの長さを1つの辺とする正方形の広さだけ小さい」ことをやっている。

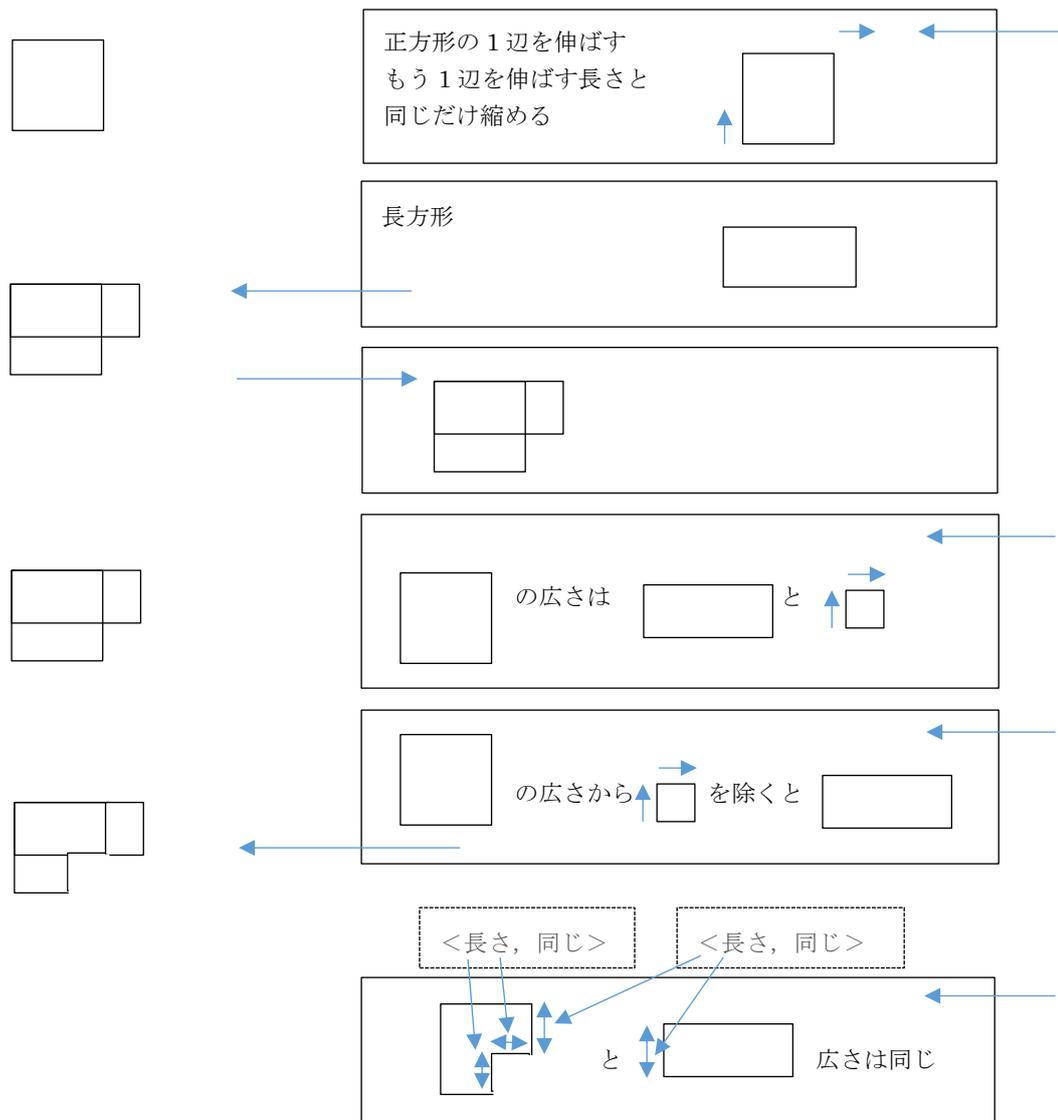


図 2.31 正方形と、正方形を伸ばす、そして縮めてできる長方形。長方形の広さは、正方形の広さから、伸ばした長さだけの正方形の広さを除いたのと同じ。

正方形を与える。そして、別途、広さを、 \cdot を与える。機械に、広さが \cdot となるように、正方形を伸ばす / 縮めるように言う。機械は、広さが \cdot となるように、与えられた正方形を伸ばす / 縮める。

そこで、広さをどれだけかとする。正方形を、伸ばす、あるいは縮めると、どれだけかとした長方形となる。その正方形の辺の長さを求めるのを作れと言う。

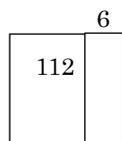
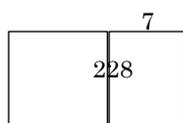
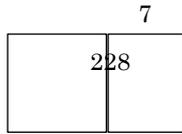


図 2.32 広さを、228 とする。正方形を伸ばす長さを 7 とする。その正方形の辺の長さを求めよ。あるいは、広さを 112 とする。正方形を縮める長さを 6 とする。その正方形の辺の長さを求めよ。

2.82 次方程式の解法を見出す手順

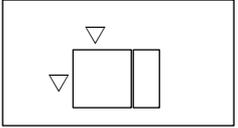
次に、何があると、機械は、いくつかの場合を同じような過程で、求めるようにするか、その可能性を述べる。

機械 A は、求めよと言われたことをやる。正方形がある。その 1 つの辺を 7 伸ばして長方形を作る。長方形の広さは 228 (図 2.30 の上)。正方形の辺の長さはどれだけか求めよ。機械 A は、正方形、長方形、それぞれを、同じのと置き換えてみる。そして、何か言えること、何が同じかを見出す。正方形の置き換えでは見いだせない。長方形をそれと同じになるだろう図と置き換えることで、目的への展開を得る。



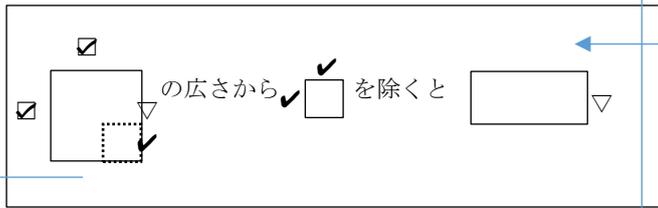
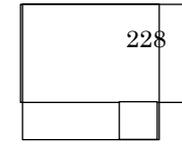
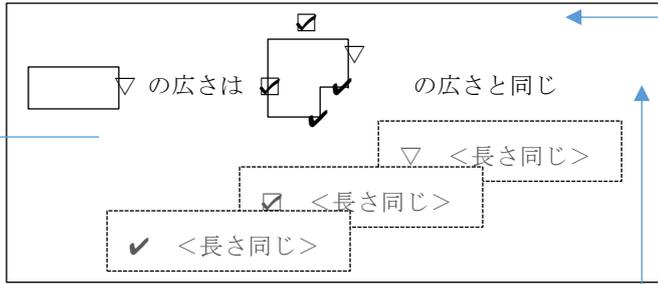
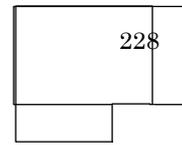
目的は何か、目的に到達するかやってみる

正方形の辺の長さ ∇ を求める、 ∇ の広さは ∇ かける ∇



何が言えるか、何が同じか

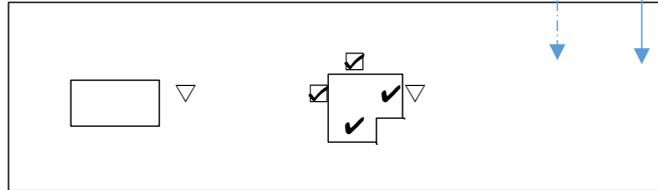
長方形の広さは 228

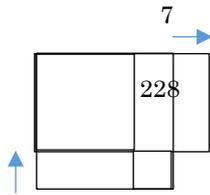


正方形の \checkmark を \checkmark だけ伸ばす

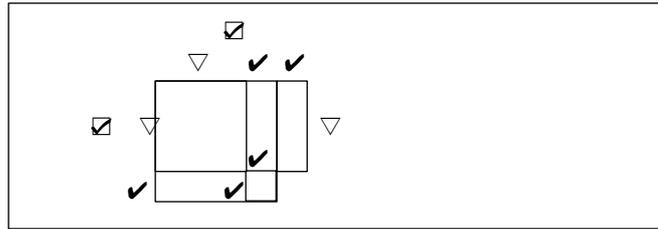


正方形の \checkmark を \checkmark だけ縮める





何が言えるか、何が同じか



✓と✓を加えると 7, ✓は $7/2$

✓かける✓は $49/4$, 正方形✓の広さ

長方形の広さ 228 と正方形✓の広さ $49/4$ を加えると,

▽ ✓ ✓ 正方形✓の広さ

正方形✓の広さは, 228 と $49/4$ を加え, $961/4$

正方形の辺の長さ✓は $31/2$

正方形の辺の長さ✓, $31/2$ は, ▽と✓, $7/2$ を加えた長さ

▽は $31/2$ から $7/2$ を除いて $24/2$, 12

図 2.33 正方形の辺の長さを求める.

機械 A は, 求めよと言われたことをやる. 正方形がある. その 1 つの辺を 6 縮めて長方形を作る. 長方形の広さは 112 (図 2.30 の下). 正方形の辺の長さはどれだけか求めよ. 機械 A は, 正方形, 長方形, それぞれを, 同じのと置き換えてみる. そして, 何か言えること, 何が同じかを見出す. 正方形の置き換えでは見いだせない. 長方形を, それと同じ広さになるだろう図と置き換えることで, 目的への展開を得る.

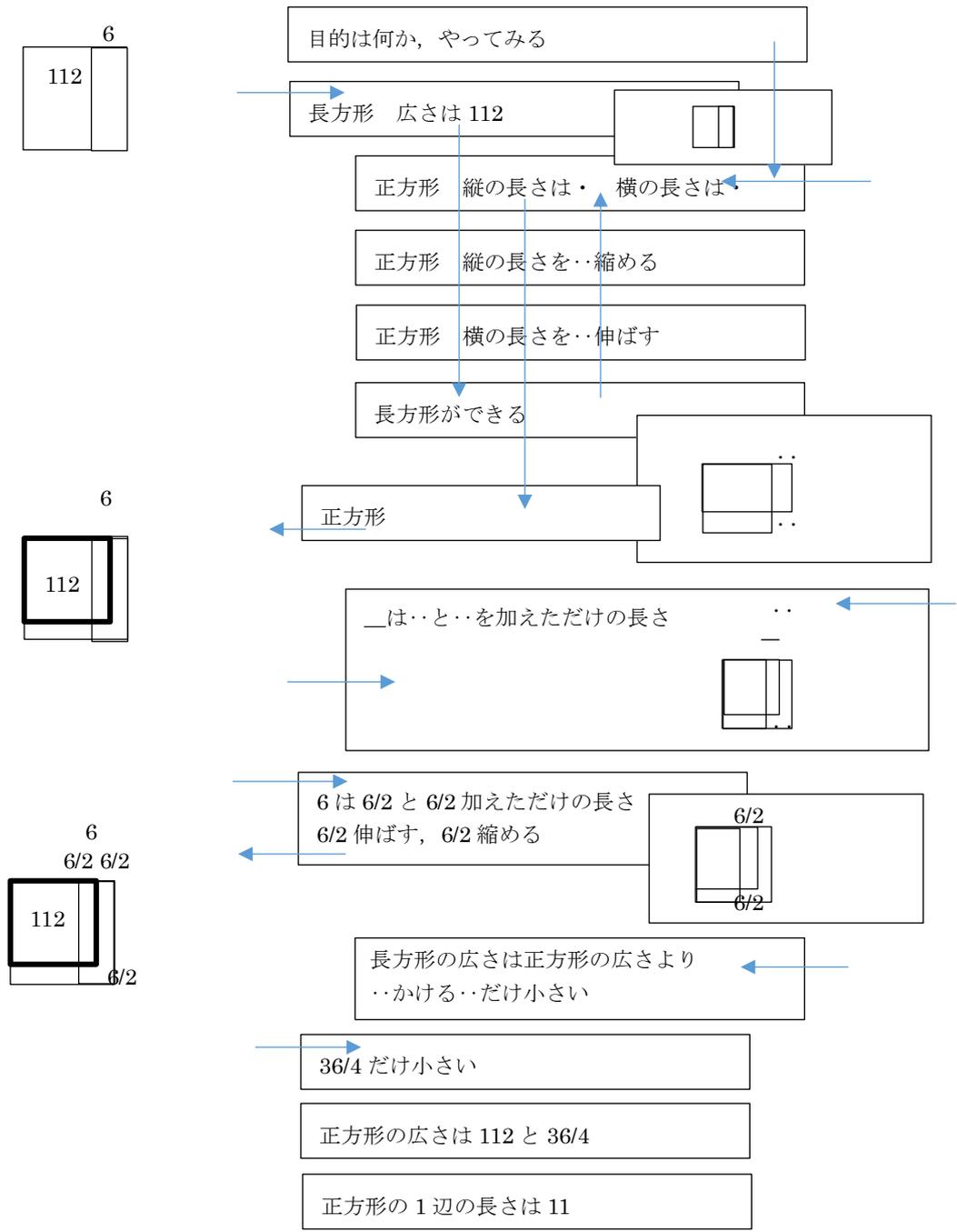
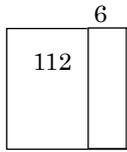
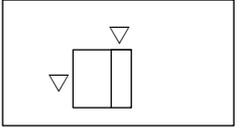


図 2.34 正方形を伸ばす, かつ縮める結果, 広さが 112 の長方形になる. あるとした正方形の広さは, 112 と 36/4 を加えたもの.



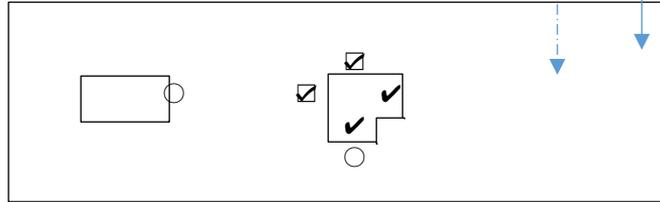
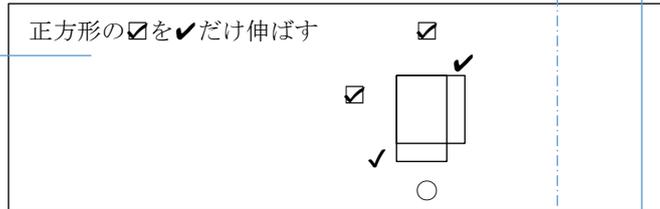
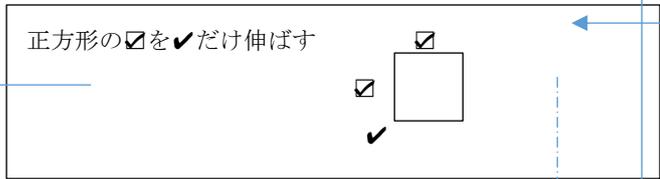
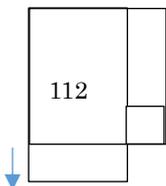
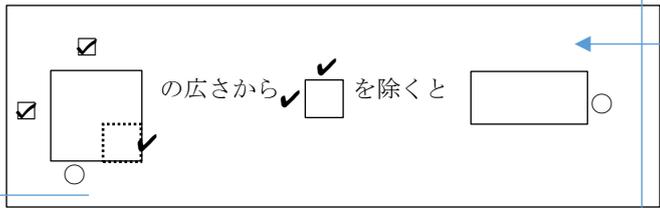
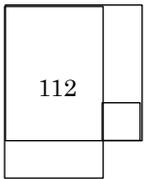
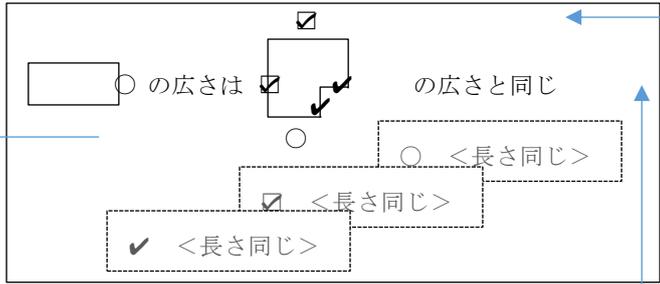
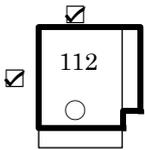
目的は何か、目的に到達するかやってみる

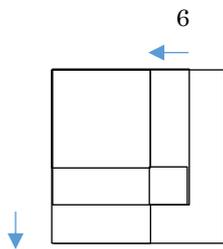
正方形の辺の長さ ∇ を求める、 ∇ の広さは ∇ かける ∇



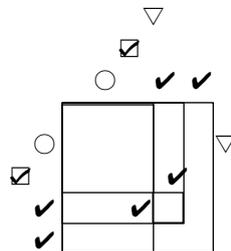
何が言えるか、何が同じか

長方形の広さは 112





何が言えるか，何が同じか



✓と✓を加えると 6, ✓は $6/2$

✓かける✓は $36/4$, 正方形✓の広さ

長方形の広さ 112 と正方形✓の広さ $36/4$ を加えると,



正方形☑の広さは, 112 と $36/4$ を加え, $484/4$

正方形の辺の長さ☑は $22/2$, 11

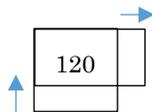
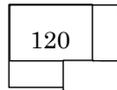
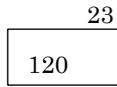
正方形の辺の長さ▽は, ☑と✓, $6/2$ を加えた長さ

▽は 11 と $6/2$ を加えた 14

図 2.35 正方形の辺の長さを求める.

機械 A に, ”長方形がある. その周りの長さは・, 広さは・, 縦の長さを求めよ”を与える. そして, ”長方形の広さと同じになる図と置き換えることで, 縦の長さを求めよ”と言う.

機械 A は, 求めることに合うことを記憶から取り出す. そして, 長方形の広さと同じになる図を, 記憶から取り出そうとするが, 取り出せない. そこで, すでにやったことを取り出して, 長方形の広さと同じになる図を求める.



→ 広さが同じ 

← 広さが同じのを置き換える, やったことは何か

←  

← 同じ長さ : , , 

←  

→ 正方形を伸ばす, 縮める 

← 長方形 

← , , の長さ  

→ 長方形の縦と横を加えた長さ 23

↓ 正方形 の横を 伸ばし, 縦を 縮めると長方形

↓ 正方形の横 と縦 を加えた長さは 23
は $23/2$

↓ 正方形 の広さは $529/4$

↓ 長方形の広さ 120 と正方形 の広さを加えると
正方形 の広さ $529/4$

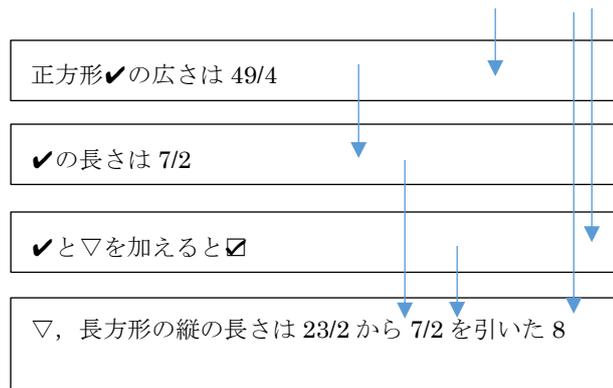


図 2.36 長方形があつて，その広さは 120，その横と縦を合わせた長さは 23. 長方形の縦の長さを求める.

上に述べた 3 つに共通の過程を取り出す；正方形があるとして，それを・だけ伸ばし，・だけ縮めると，広さを \dots とした長方形になる．その長方形の広さは，正方形の広さより，・かける・だけ小さい．

機械は，より多くに共通する過程を，仕組みにして記憶する．この段階では，”より多くに共通する過程”という言葉を作っていない．

3. あらかじめ保持する機能（働き）

入力

機械が外界から得る入力は、人が言葉にしている特徴に対応する記号列とする。さらに言葉をつけたのと同じ区分けになるものを、記号列で入力する。機械が、その感覚系が得る刺激・信号に特徴（何らかの分析を行い、大きく偏るもの）を見出し・切り出すことは、ここでは課題にしない。たとえば、

“犬が走る”	犬の特徴（感覚・動作），走る特徴
“馬が走る”	馬の特徴（感覚・動作），走る特徴

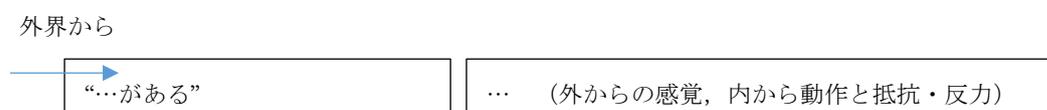
の形で与える。ここで、引用記号”は、聴覚が作る特徴を示す記号列であることを表す。

機械が内から得る入力は、2 つのことが「合う/合わない（同じ）」、一時的に展開することに合うことを「記憶から取り出せる/記憶から取り出せない」、今行っていることを「続ける/飽きる」、一時的に展開すること（していること）を隣の機械と「共有したい」とする。

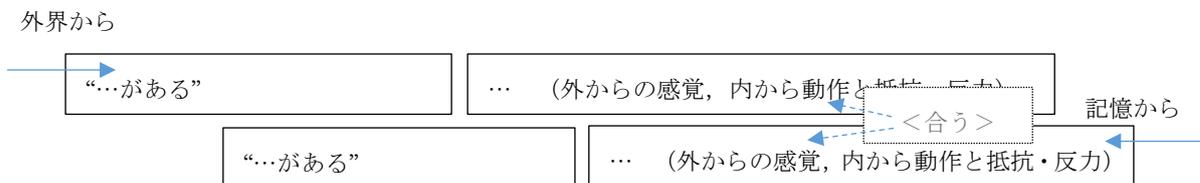
時間軸においては、人の動作・感覚系が区切るだろうことと対応する形で、区切った入力とする。

結びつきを作る / 結びつきを記憶から取り出す

機械が作る結びつきを、以下に例示する。以下において、四角は入力を表し、四角の並びは同時に得た入力の組みであることを示す。聴覚の入力を引用の印”をつけて表す。四角の中の<合う><合わない>は、状態が合う/合わないことを示す。時間軸の横の破線は、時間軸方向に入力が続くことを示す。

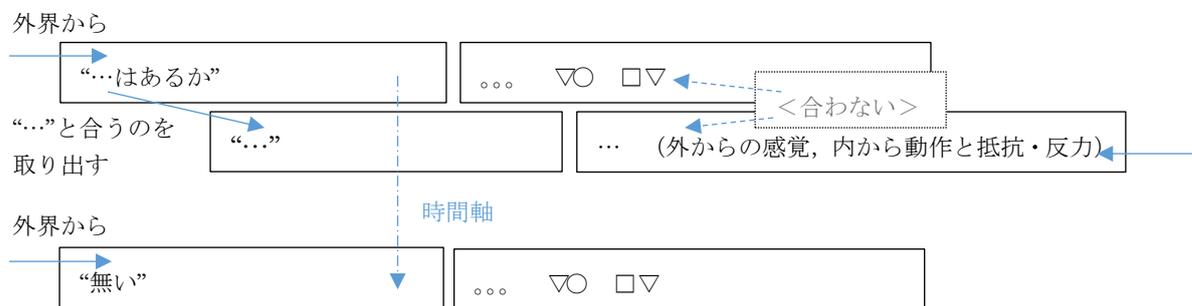


こうした結びつきを記憶する。その後、入力があると、入力と合う結びつきがあれば記憶から取り出す。記憶にあれば、さらに記憶はしない。

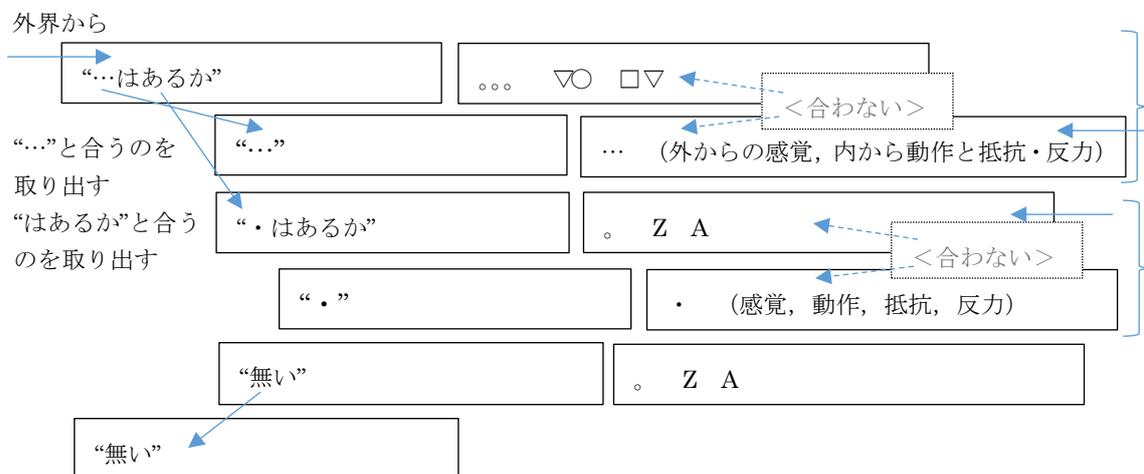


機械は，“…がある”，”あ，…だ”，”見て，…”，”ほら，…”などを記憶すると，“…”とそれに対応する感覚・動作の特徴を切り出す。

“…はあるか”が入力されると，機械は，“…”と…の結びつきを取り出す。入力に，…と合うのがないとき，“無い”を続いて入力する。

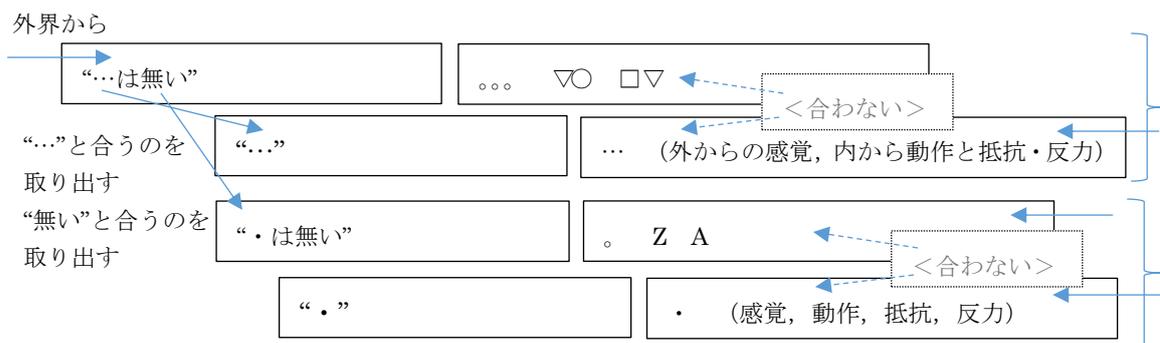


すでに，“…はあるか”，”無い”を作っていないければ，上を記憶する。作っていれば，



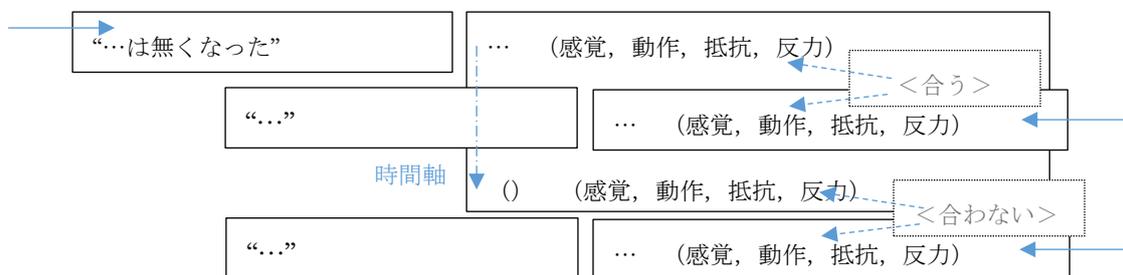
となる。取り出した”・はあるか”と”・”は、今の入力と取り出した”…”を合わせたところまでと合う。上で, } と } で示したところ。ここで入力がなければ, ”無い”を出力する。すると, ”無い”も含めた3行ずつが合うことになる。結果, 何も記憶しない。入力”無い”があれば, 入力の2行と取り出した1行は, 取り出した3行と合う。そして, 何も記憶しない。(出力については, 後に説明する.)

はじめから, ”…は無い”を入力すると, 機械は, ”…は無い”の結びつきを作る。そして, 次に, ”…は無い”の入力があると, 作った結びつき”…は無い”を取り出す。

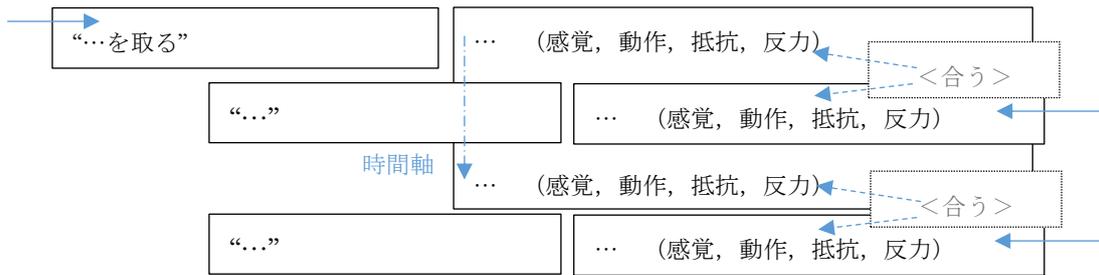


入力の”…は無い”と取り出した”…”は (} で示す), 取り出した”・は無い”と”・”の結びつき (} で示す) と合う。

“…は無くなった”の例. “…”と…の結びつきを取り出す。入力には, …と合うのがあったが, 続いて, …と合うのがない状態になる。



“…”を取る前の動作・感覚と取った後の動作・感覚とを結びつける。特に力覚（反作用による）の変化と結びつく。



結びつきを汎化する

多くの入力を得ると、機械は、それらを汎化した結びつきを作る。共通することを見出すとそれを残し、共通しないことをなんでも良いに置き換える。

“犬がいる”	焦点をあてて見る動作と、見て得る視覚の特徴
“犬が吠えている” “ワンワン”	焦点をあてて見る動作と、見て得る視覚の特徴
“猫がいない” “にゃあにゃあ”	焦点をあてて見る動作と、見て得る視覚の特徴
“あ、犬だ”	不意に焦点をあてて見る動作と、見て得る視覚の特徴
“あ、猫”	不意に焦点をあてて見る動作と、見て得る視覚の特徴
“ライオンが吠えている” “オーオー”	焦点をあてて見る動作と、見て得る視覚の特徴
“犬にごはんあげて”	時間軸に沿った一連の動作・感覚
“猫にごはんあげて”	時間軸に沿った一連の動作・感覚

上に示した結びつきを汎化することで、下に例示するような結びつきを作る。

“犬”	犬の特徴 (視覚・動作), 触覚
“猫”	猫の特徴 (視覚・動作), 触覚

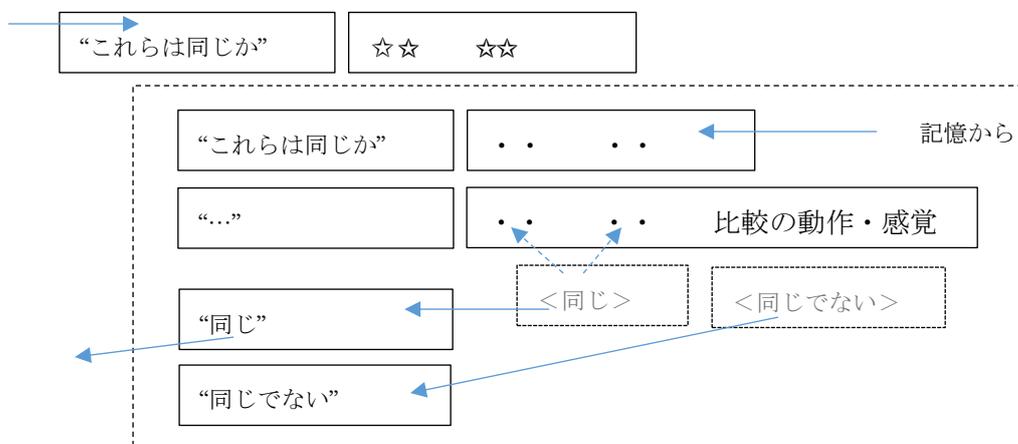
“・が吠えている” “...”	吠える動作の特徴（視覚・動作）
“・が走っている” “...”	走る動作の特徴（視覚・動作）

さらに汎化することで、「注目する（焦点をあてる）視覚は何であれ、内容は問わないが安定した聴覚と結びつく」という結びつきを作る。

“...”	...
-------	-----

結びつきを使う

入力を得ると、機械は、それと合う結びつきを記憶から取り出す。合うか否かの判断は、入力にある特徴を汎化して、すでに作った結びつきの特徴と比較することで行う。たとえば、入力、”同じか” ☆☆ ☆☆ を得ると、入力と合う結びつきを取り出す。



このとき、☆と同じ結びつきがあれば、それを取り出すが、なければ、☆を、何か物である特徴に置き換え（図中、・という記号列を使う）、それと合う結びつきを取り出す。

取り出した結びつきにある、汎化した内容（図中、・で表す）に、今の特徴（図中、☆で表す）を入れ、結びつきの手順を行う。行った結果を出力する。ここでは、”同じ”を出力する。

「同じ / 同じでない」を判断するのは、もともと備えている機能（能力）だ。それを聴覚記号列”同じか”と結びつけることで、機械は、その記号列を使って、もともと備えている機能を使うようになる。（★）

後に、”数える”を獲得すると、”同じか”を行う結びつきは、数えることを取り込み、機械は、定量的な同じかの判断をするようになる。

階層を作る

新たに入力を得ると、それに合う、すでに作った結びつきを記憶から取り出す。すでに作った結びつきと、今の入力を合わせること、さらに起こるだろうことを展開する。さらなる入力が展開と合わないときは、一連の展開を記憶する。

たとえば、視覚刺激があると、それと合う視覚と結びつく聴覚が展開されることを期待する。外から（雑音でなく、今見ている視覚と結びつくことが期待できる）入力がなく記憶からも取り出せないと、期待が外れる。その過程を記憶する。図 3.1 参照。このとき、”これは何だ”という入力があると、一連の展開とともに、記憶する。

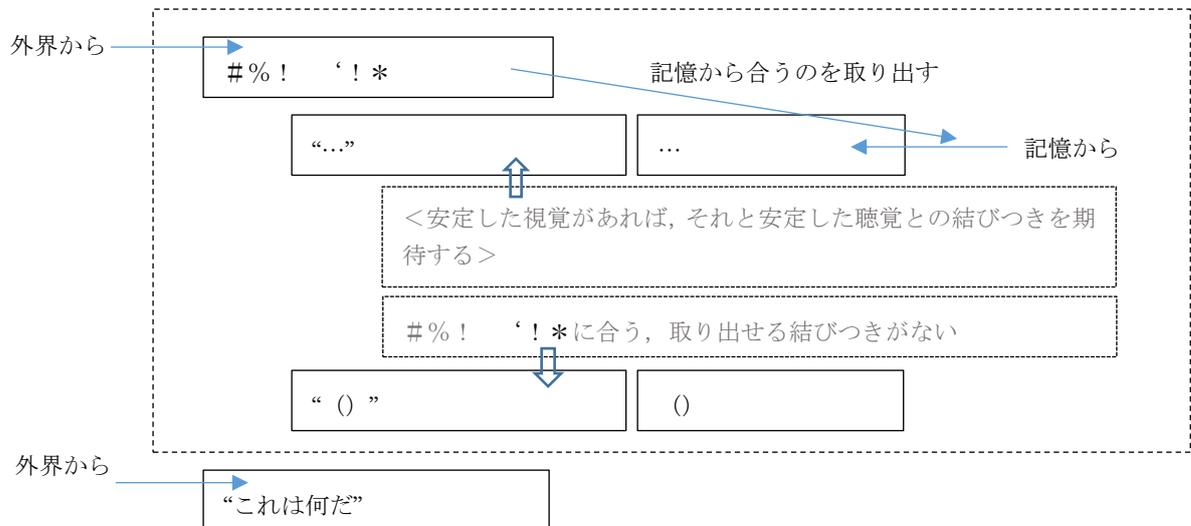
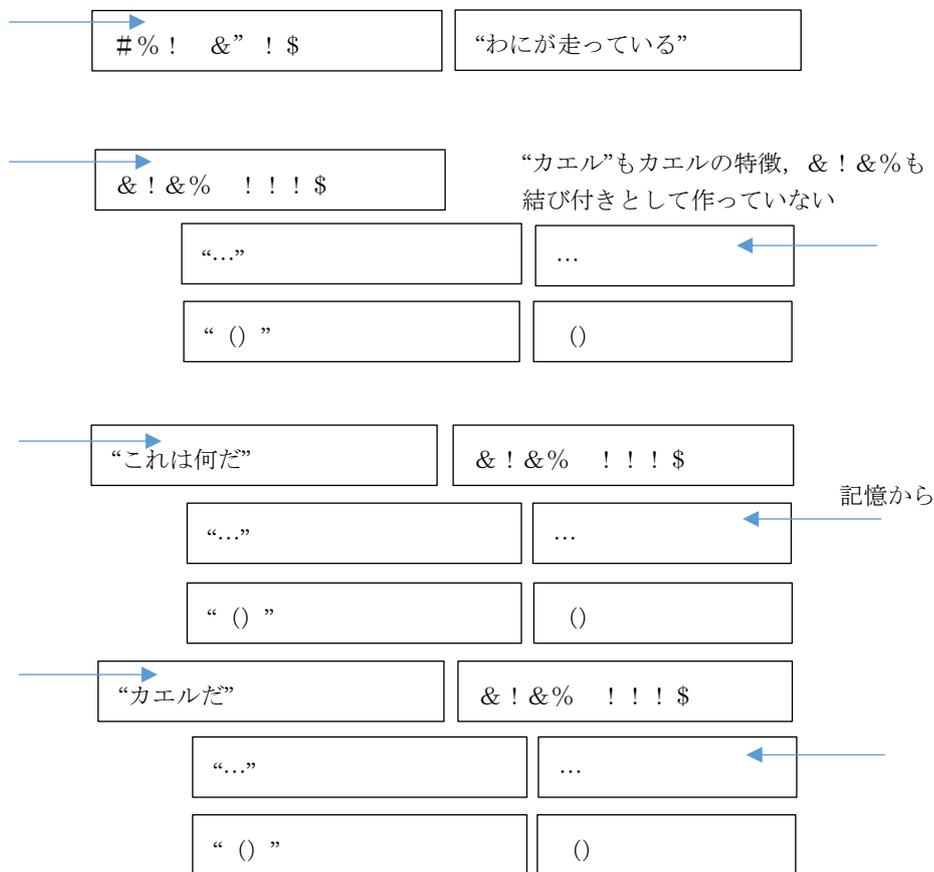


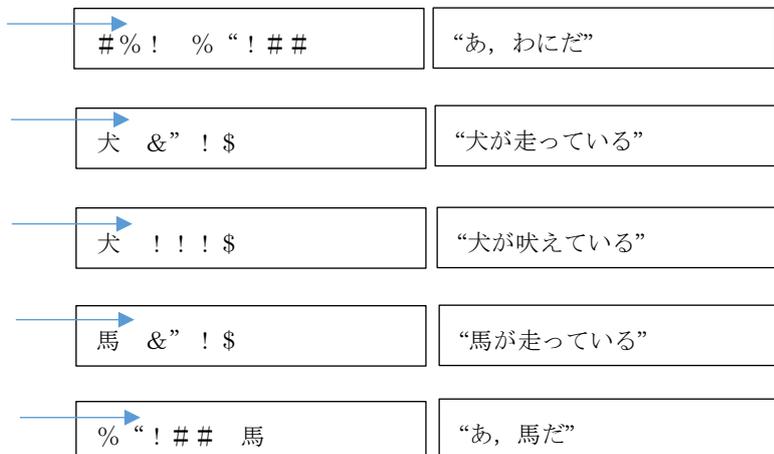
図 3.1 階層を作る例。 ”これは何だ”を、破線で囲った展開、一貫しない（期待と合わない）状態と結びつけることで、階層を作る。

（結論を先取りすると、階層は、深くならない。2つの階層に焦点をあてるのみで、一貫しない（期待に合わない）場合に対処する。1つの層は、互いに一貫しない展開の層で、もう1つの層は、一貫しないことを解決する層だ。形式論理では、無限の階層を議論するが。）

すでに記憶している多くの結びつきの中で、結びつきが一貫するように（衝突が起こらないように）結びつきを整理する（仕組みを作る）。たとえば、



わに、犬、馬、アヒルの結びつきを作っている



→ アヒル ___%##	“アヒルが池に”
--------------	----------

→ “あ、カエルだ”	&!&% % “!##
------------	-------------

“カエル”, カエルの特徴&!&%
の結びつきを作っていない

“...”	← ...
“ () ”	()

→ &!&”

“ダチョウ”もダチョウの特徴, &!&“の
結びつきを作っていない

“...”	← ...
“ () ”	()

→ “これは何だ”	&!&”
-----------	------

“...”	← ...
“ () ”	()

→ “ダチョウだ”	&!&”
-----------	------

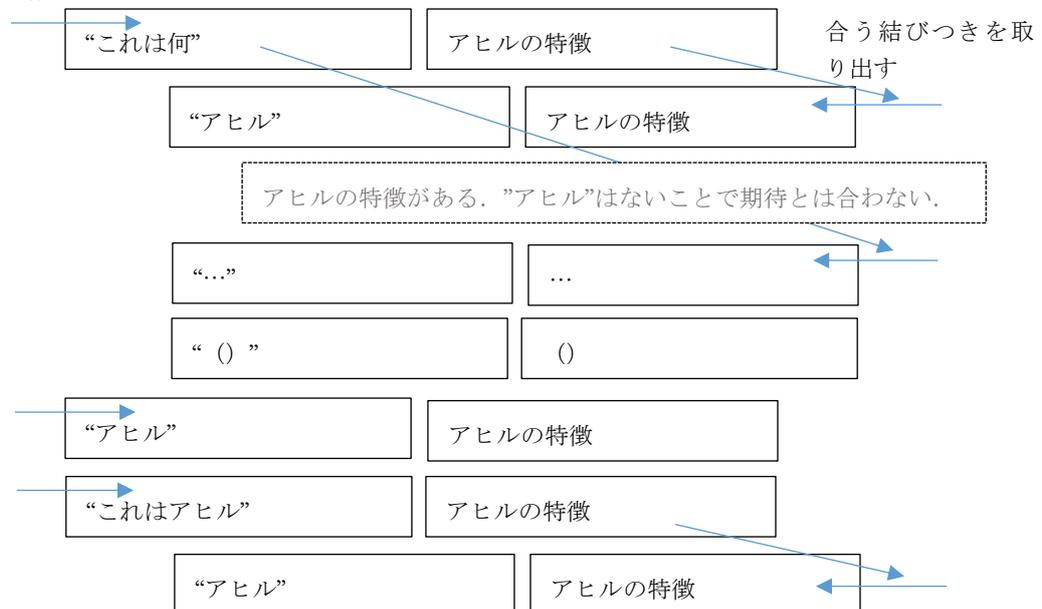
“...”	← ...
“ () ”	()

“ダチョウ”, ダチョウの特徴&!&%
の結びつきを作っていない

→ &!& “ &” !\$	“ダチョウが走っている”
----------------	--------------

“...”	← ...
“ () ”	()

“アヒル”, アヒルの特徴
の結びつきを作っている



一貫性を得るように結びつきを作る

聴覚, 視覚, 触覚, 力覚, 動作の記号列を区切る. 区切りは, 入力にあるのを使い, どこかに区切りを入れることをしない. 上に例示した場合には, "あ, 猫"は, "あ"と"猫"をそれぞれ区切りとする. それらを, いわば文の中に区切りを入れる. いわば文の区切りがあり, 次に, いくつかの文から成る区切りがある.

聴覚, 視覚, 触覚, 力覚, 動作の記号列の区切りを結びつける. 入力の結び付きとして, #%! &" !\$と"ワニが走る"がある. 一貫性を得る (衝突が起こらない) ように, 区切った対象の間に結びつきを作る. "ダチョウ"が&!&"と, "馬"が馬と, &" !\$が"走っている", #%!と"ワニ"などを結びつける. "これは"を, 焦点をあてる特徴の記号列と結びつける.

そして, "これは何だ"を, いくつかの文から成る区切りで, 期待と合わない状態, つまり視覚と聴覚が結びついていない状態と結びつける. 視覚あるいは動作と直接は結びつけない. あるいは, "これは何"と, 視覚の特徴が入力にあり, その特徴は聴覚の特徴と結びついているとき, "これは何"を, 期待と合わない状態と結びつけ, 続いて, 視覚と合う聴覚

を得るか/出力することを結びつける。(出力については、後に説明する。ここでの出力は、”これは何”に対する回答となる.)

期待と合わない状態は、汎化した結びつきを含め、すでに作った結びつきの組み合わせからなる。この状態と、聴覚記号列を結びつけることで、一つの階層的な仕組みを作る。階層的な仕組みは、次にある入力と、記憶から取り出した結びつき全体と合うようになる。

(ここでとった対応を、結び付きをとる仕組みとして記憶し、後に、活用すべきか否かは、分からない.)

入力の順序

機械への入力は、順に行う。入力が、何か結びつきを含むときは、その結びつきを作る入力を先に行い、作られてから、結びつきを含む入力を行う。たとえば、”誰かが”馬が走っている”と言った”という入力は、”馬が走っている”，”誰かが…”が作成されてから行う。ここで、”誰かが…”は、”誰かが来た”，”誰かが転んだ”などの入力があると、作成される。

出力

機械は、入力があると、その入力と合う結びつきを、記憶から取り出して一時的な記憶に展開する。展開した結果、それに続くのを記憶から取り出す。取り出したのは聴覚記号列を含むが、継続する入力に、その聴覚記号列がないときは、聴覚記号列を出力する。あるいは、入力がなければ、出力して外界を変えるが、変えた外界が、取り出したのと一致するように、出力する。

(出力を抑える入力については、ここでは述べない.)

機械への入力は、時間的・空間的に区切られた記号列をつなぎ合わせたものから成る。3つのチャンネル、感覚系、動作系そして内面（焦点をあてたものが同じ）から、入力がある。機械は、はじめから、以下の機能・能力を保持する； 1) 異なるチャンネルから同時に入ってくるのをつないで、一時的に記憶する。 2) 焦点をあてたもの：記憶した入力の記号列と、新

たに得る記号列,あるいは,異なる時刻に入力があつた,複数のつなぎ合わされた記号列,これらに,同じ / 共通することがあるか見出す. 3) 隣にいる機械の動作と自分の動作が同じだと判断するような,動作をやる. 4) 隣にいる機械に,自分の動作と同じだと判断するような,動作をやらせる.

これら機能(能力)を保持する機械は, 1) すでに作成した仕組みと,今,やっていることに一貫性を持たせようとするとき, 2) 隣の機械と自分がやっていることが一貫するようになるとき, 5進法を始め,何か対象が「いくつ / どれだけ」あるかを求めるようになり,さらに,複数の対象の「いくつ / どれだけ」の間にある関係を使って,ある対象が「いくつ / どれだけ」あるかを求める問いを作る.

4. 議論

4.1 何が言えるか

ここでは、内省をする、演繹そして帰納をやる、そうした機械の構築に向けて、言えることを2つやったと主張する。

内省について

ここでは、機械が、「何かやる仕組み」を作り、それを使うことを述べた。そして、作った仕組みを使うとき、それを使うだけでは目的に達しないことが起こる。あるいは、作った仕組みの展開と合わないことが起こる。これらが起こるとき、機械は、内省すると主張する。たとえば、相手と一致しない（一貫しない）ことが起こるときに「何か」を発することを述べた。たとえば、何かを取って置くとき、相手とは、取ったものを置くことでは一致するが、置くところについて一致しないことが起こる。このとき、いくつかを試す中に、相手に「取ったのを「どこに」置くか」と発することが起こる。このとき、機械は、自分が作った「何かを取って置く」仕組みを実行しているが、相手と一致しないことがあることを見る。一致しないので、相手と一致しようとする。つまり、すでに作った仕組みをやっていること、このままでは相手と一致しないこと、そして、やれることはあるのかと、自分がやっていることを見ている。これは、機械が内省することだと主張する。

一方、機械が、すでに作った仕組みを使うだけで作業を行うときは、内省しているとは言えないことが起こる。たとえば、相手から、まとまった対象、たとえば 111111 と「いくつ」を与えられると、記憶から取り出した「1, 2, …」をやる仕組みを、与えられた今の対象に使う。そして、「1, 2, …」を繰り出した結果、たとえば 6 を述べる。「1, 2, …」をやる仕組みは、111111 を見ている。ところが、その仕組みをやっているときには、それをやるだけで、やっていることを見る視点は生まれない。

さらに、機械が、作った仕組みをやって目的に達しようとしているが、達せないと判断することがあるとする。このとき、代わりの方法を捜す仕組みを取り出して、その仕組みをやるときは、内省をしていると言える。その仕組みは、内省することを取り込んでいる、やってきたこと、目的に達せないこと、代わりを捜すこと、それらを見る視点を取り込み、実行していると言える。つまり、目的に達するために、何をやれるか考えることを仕組みにして、それを実行している。

そもそも言えば、「自分がやっていることを見る」のが内省だが、この言い方は、誤解を

生み出した；すなわち、機械が行うことを、擬人化して言ったこと、「機械が入力を読み取る」が、人に誤解を与えた。人がプログラムとして与え、そのプログラムが、機械への入力を得るのだが、得ることを、擬人化して「機械が入力を読み取る」と言った。人が何かを「読み取る」とき、人は、その何かを見るので、その事実を、機械が、入力を得ることに、被せた。そして、「機械が入力を見る」との誤解を生み出した。

次に、機械が外界を何らかの形で作っていて、入力を得たら、機械がそれを使って出力を決める場合、機械は、内側に描いた外界を見ることになるとの主張があった。つまり、外界のモデルを機械が使うとき、機械が内側に描いている外界を見ることになるので、機械は内省していると主張した。

ところが、内省するとは、内側に外界のモデルを持ち、それを使うことだというのは、内省を広く捉えすぎている。たとえば、機械は、バネの長さと言りの大きさの関係をプログラムの形で保持するとする。すると、バネに吊るした言りの大きさを得ると、そのプログラムを使ってバネの長さを求めることができる。しかし、バネの長さと言りの大きさのプログラムを使う機械は、モデルにないことが起こったときに、それを見ることはない、たとえば、言りが大きすぎるとバネの弾性が働かなくなるが、働くこと / 働かなくなることを見る視点を持たない。内省は、保持しているモデルを見る視点を持つことだから、その限界も見る視点を持つ。

演繹と帰納について

ここでは、演繹そして帰納することは、はじめから保持する働きと、外界とのやりとりで獲得したのを統合した働きだと主張する。はじめから保持するのは、共通することが多くあるようないくつかを選び、それらに共通することを見出す。そして、共通することを汎化した仕組みとしてまとめることだ。その後、その仕組みを、他に合う場合で、衝突することがないことに適応する。

統合しての働きは、たとえば、5進法を創ることとその使用だ。はじめから保持する機能（能力）が、外界にある、まとまった対象の過多を見出し、過多が起こらないようにするとき、5進法を生み出す。はじめから保持する機能だけで、外界とのやりとり抜きに、5進法を生み出すことは考えにくい。あるいは、どこか外界に5進法があつて、それを取り入れるものでもない。

作った5進法を、2つの長さが同じかどうか判断するために使う。つまり、5進法を、演繹的に、何か長さを求めるために使う。

あるいは、長さや広さの関係は、はじめから保持することと、獲得したことの統合だ。ある場所にタイルを敷き詰めるとする。縦方向と横方向に敷き詰める枚数と、長方形の形全体に敷き詰めるタイルの枚数の関係は、外界に働きかけて得た結果だ。はじめから、たとえば、縦方向に5枚、横方向に8枚なら、敷き詰めると40枚のはずという仮定を作って、並べるのではない。縦方向、横方向、それぞれどれだけ敷き詰めると、全体でどれだけになるか求めようとする動機は生まれる。この動機も、はじめから保持することと、獲得したことを統合した結果、生まれる。こうして、いくつかの場合に得た、枚数の間にある関係は、どのような長方形の形に並べる場合でも、成り立つ、とするのは、はじめから保持する働きがやる。

あるいは、2次方程式の解き方を作るのは、もともと保持する働き、すでに作った働き、そしてそれらを使って外界に働きかけて得た結果だ。はじめから、長さを半分にする、それを2乗する。2乗したのに広さと加える。加えた結果の平方根をとる。などの仮定を設定して、仮定の検証を行うのではない。

もともと保持する働きは、すでに作っていることを適応してみることだ。伸ばした長さを半分にしてみる。ここで、すでに作っていること、正方形をある長さだけ伸ばす、同じだけ縮める。長方形を得ることを、ここに適応してみる。つまり、半分にした長さ分だけ伸ばす、かつ、その長さ分だけ縮めてみる。すると、正方形をある長さだけ伸ばし、同じだけ縮めた長方形を得る。すると、すでに作ったこと、正方形の広さ、長方形の広さ、伸ばした長さ×縮めた長さの関係を使えることが浮かんでくる。浮かんでくるようにするのは、もともと保持する働きの1つだ。

一度、2次方程式の解き方を作れば、他の場合に、解き方を使えるようにすれば、演繹的に、それを使うことになる。

4.2 今後の課題

内省する機械の構築には、いくつか重要な課題があると考えられる。以下に記すのは、むしろ、重要な課題を逃しているかもしれないが、いくつか述べる。1つは、機械が、自分で、入力に区切りを見出すことだ。そのためには、時間軸における間（ま）は、入力に区切りを見出すため（出力に区切りを作るため）の大きな要素になるだろう。ここでは、区切りを人が与えている。

1つは、共通することがあるだろう入力を、他の入力に混ぜて与える場合、機械は、どのように、それらを記憶から選び出し、それらに共通することを見出すか。目的の状態を見出すようになると、それが共通になることを選ぶことになるだろう。ここでは、共通することがあるだろう入力を、継続的に与えている。

1つは、一連のストーリーを、機械が、新参の機械に与えることだ。ここでは、ストーリーを人が与える。まず、何であれ並べること。いくつかを取る / 運ぶこと。いくつかを何人かに分けること。特に、16, 17, 18 さらに 24, 25, 26 を分けることなどと、ストーリーを与えている。機械に、新参の機械に、これをやらせる、ということも、人が与えている。

他にも多く課題がある。

文献

Van der Waerden. 数学の黎明. みすず書房. 1984.

Polya, G. 訳柴垣和三雄. 帰納と類比 数学における発見はいかになされるか 1. 丸善. 1959.

ジャック アダマール 伏見 康治 (翻訳), 大塚 益比古 (翻訳), Jacques Hadamard 数学における発明の心理. みすず書房. 2002.

ポパー 科学的発見の論理 1959.

クーン 科学革命の構造. 1962.

P. J. デービス R. ヘルシュ 訳柴垣和三雄 清水邦夫 田中裕 数学的経験 森北出版 1986.

T. M. Mitchell. Machine Learning. McGraw-Hill. 1997.

ラッセル Our Knowledge of the external world

Marr D. Vision. Freeman and company. 1982.

AMC オンライン: <http://amc-onlineshop.com/>

【ご意見・お問い合わせ先】

■ お問い合わせフォーム

<https://suppli-tm-shop.com/contact/>

■ お電話でのご注文やお届けに関するお問い合わせ

0120-963-821 (平日: 月~金) 9:00~17:00

何があると、機械が、広さ / 長さを求めようになるか、言い換えると、何が、機械をして、広さ / 長さを求めるようになるかを述べなかった。

長方形が 2 つある。それらの広さが同じかどうかを調べる必要が生まれるとする。機械は、はじめから保持する、量感を使うことで、広さの大小を言うことを獲得する。ところが、量感を使うことでは、比べることができないことが起こる。たとえば、2 つの長方形が離れたところにある場合、1 つの長方形の広さを量感として保持し、もう 1 つの長方形のあるところで、保持したのと比べるとする。すると、保持を、圧縮した形で行うので、比較ができないうことになる。そこで、そのとき、機械は、長方形の広さを求める方法を開発することになる。広さを、同じタイルを敷き詰めたときの枚数で求める。

(人の場合、長方形と正方形の広さが同じかどうか調べる必要が生まれた。機械の場合は、人要素は発生しない。)

機械は、別の機械に、自分がやるのと同じことをやらせようとする。このとき、1) 求める方法を自分がやって、それを真似させる。2) 求めよという文を作って書き出し、それをやらせる。

自分の動作を真似させる。離れていて、動作を真似させられない。

見立てを行う。見立てることを使う。見立てることを作る。現場を作るより、現場に行くより、作業量が小さい。

見立てでやって、現場でやらせる。やれる。

見立てる方法を言う。言うだけで、見立てさせることができる。

文字を使って言う。一時的に展開させる。見立てさせる。それを仕組みとして作らせる。現場でやれる。

(

長方形がある。縦の長さは 11。横の長さは 14。この長方形を 4 つ組み合わせる。正方形となる。その縦の長さは 11 と 14 を加え、25。正方形の面積は 625。長方形の 1 つの面積は、154。4 つ合わせると 616。真ん中に、正方形ができる。その正方形の縦の長さは、14 から 11 を引いた 3。その面積は 9。616 と 9 を加えると 625。

求める（求めさせる）ことを作る。決めること、求めることを選ぶ。

ここでは、長さを伸ばす / 縮めることでできる長方形の広さを求めることを、人が与える形にした。そして、すでに作った「求めさせる」ことを作る仕組みを使って、「長さを求めさせる」ことを作った。

いくつか似たのをやらせると、それらに似たのは「求める」ことができるようになる、という仕組みを作る。

)