上越教育大学研究紀要　第11巻　第2号　平成4年3月
Bull. Joetsu Univ. Educ., Vol. 11, No. 2, Mar. 1992

幼児の10進法構造の理解について

丸　山　良　平*

（平成3年10月31日受理）

要　　旨

幼児の10進法構造の理解の追究が試みられた。対象児は，一般に数教育といわれる特別な指導をしていない幼稚園に就園する5歳児であった。調査では，具体物・貨幣・数字材料による10進法課題と数に関する基礎知識課題が実施された。そこで得られた資料が分析された結果，次の点が明らかにされた。

1. 扱う数が大きくなると，具体物では1つずつの計数が使用され単位10は使用されなくなる。数字では，記数法によって表現され単位10（数字10）を使用した合成は行われなくなる。貨幣では，単位10は安定して使用されていた。
2. 数を表現する材料によって，単位10の使用に差があった。10進法構造の理解は，貨幣材料もしくは具体物から始まり，そして数字へと進んでいくと推測された。これは，幼児の日常生活からも肯定できるものであった。
3. 単位10の使用は月齢によって差があった。先行研究の結果との比較によって，10進法構造は5歳児期の11月から2月に6歳半以上になった子どもによって急速に獲得されると推測された。
4. 数に関する基礎知識の獲得は，単位10の使用と関連していた。10進法構造の理解は日常生活での数に関連した知識の獲得とも関係しているといえる。これは保育者の日常的な働きかけによっても，効果的な数指導が可能であることを示唆する。

KEY WORDS

the base-ten system	10進法	notational rule	記数法
mathematical education	数教育	child education in kindergerten	幼児教育

問　　題

幼児の生活環境にはアラビヤ数字が，例えば，カレンダー，時計の文字盤，品物の値段等をはじめ多くのものに使用されている。そして幼児が自発的な遊びにも数字を取り入れていることはしばしば観察される。アラビヤ数字は，10進法に従い数を表現している。従って10進法による数字の命数法，記数法を理解していなければ，数字は数を操作する道具にはならない。また，数詞は「子どもがまだ三までしかわからない頃でも，生活の中では日にち，時間，お金などでしじゅうもっと大きな数詞を見聞きしていて，自分でもその数詞を使う。」（中沢，1981）こ

* 幼児教育講座

とが観察されている。中沢(1981)は，幼児の数行動を観察する中で，５歳児期後半のお店ごっこでお金を作る時には，その金額を示す数字の「百，千のゼロの数は殆ど間違えない」ことを指摘している。さらに「自発的に数えることに興味を持ち始めた子供は，一度数えればなんでも十ずつまとめることを覚える。」と述べている。中沢の指摘は，子どもが生活の中で「十ずつ束にしていくこと，つまり十進法」（遠山，1965)を知り，さらに「それを算用数字にかく」（遠山，1965）ようになる。すなわち，遠山のいう「位取りの原理」を理解しはじめているといえる。従って，子どもは遊びの中で10進法構造を理解し，数字の命数法と記数法の基礎知識を獲得していくと推測できる。

その一方，三浦他（1976）は幼児の数量概念の調査で，10進法の理解と関連する項目は殆ど子どもが正答できず達成率が0.1 未満であることを示した。そして「２桁や３桁の数字が読め，数唱や計数ではかなりの大きな数を扱えるようになっていても，10個入りのキャラメル３箱で30個というような10進法の理解はできていない」と述べ，さらに10進法の「その概念は，例えば素朴な集合概念や計数技能のように，子どもの日常経験を通して比較的容易に獲得される概念ではない。」（三浦1986）とした。また銀林（1991）は「にじゅういち」を「201」や「2101」と書く例を示し，子どもが「文字はその順に読み，よむ通りに書くという一般言語の大原則」を適用していると推測した。そして「こうした子どものつまづきをみると，位取り記数法の原理はほうっておいてもわかるような単純なことではなく，言語の一般的な表記法といかに矛盾したとくべつなものであるかがわかる。」とした。Kamii (1981) は米国の就学前児の記数法獲得の研究の中で「ひゃくにじゅう」を「10020」と書く例を示し，それは言語表現では複数のアルファベット文字で一つの単語になるように，子どもが２位数以上の数字を，くっついてつながった一つの数字（“Glued-together” digits）として理解していることによると述べている。言語表記と数字表記との混同が日米で共通していることは，この混同が数字表記の理解過程の初期に普遍的に起こり得ることを示唆する。

また，Miura (1987) はほぼ同月齢の駐米日本人の子どもと米国人の子ども（各国の学制ではどちらも小学一年生である）の10進法構造の理解を比較調査した結果，日本人の子ども全員が単位10を使用しており，米国人の子どもより理解が早いことを示した。それは，日本語と英語の数詞の差によるものとし，日本の数詞構造が位取りを認識させるのだろうと推測した。さらに Steffe 他（1981）は多くの子どもは記数法の位取りの原理を理解するかなり前から，10を一つの単位とする数の考えを理解するとした。従って，記数法の理解は10進法構造の理解と一致するのではなく，それを下位条件とし，さらに位取りの理解を必要とするといえる。三浦他（1979）が「10進法課題の基準達成者は記数法がある程度できるが，その逆はいえない。」としたことは，これと一致する。

三浦（1986）は，６歳児の10進法概念理解の研究で，日本の就学直前の幼児と就学始期が一年早く既に就学している英国の子どもとの比較を行った。結果は英国側が一般的に高いが，その差は大きなものではないことを明らかにした。また，10進法の操作達成は合成，分解という数操作によって，さらに数を表現する材料によっても異なることを報告している。これらは日本の幼児が生活の中である程度10進法構造を理解していることを示唆するものである。

幼児の10進法構造の知識に関して，日常経験の中で獲得されるとするものと獲得されないとするものとの相反する事実が提出されている。そこで本報告では，特別な数教育を受けていない子どもが10進法構造の理解の基礎となる，10を１つの束とする単位10をどの程度理解し，使

用するのかを明らかにすることを目的とした。さらに，数を示す材料による単位10の使用の差異を分析し，幼児の10進法構造の理解における材料の適性についての検討を試みた。対象児は，三浦の研究に基づき5歳児クラスの子どもとし，さらに予備課題により本課題をある程度理解できると思われるものに限定した。なお，本報告の一部は筆者（丸山他，1988）より既に公表されている。

方　　法

1．対象児

新潟市の一私立幼稚園の5歳児クラスの子どもで予備課題に通過した者117人（不通過者9人）である。当該園では一般に特別な数教育といわれるものは行われていない。

2．用具

赤ポーカーチップ40枚，皿5枚，トレイ1枚，透明な小カップ2個。1円貨幣30枚，5円・10円の貨幣各7枚。誠文社製の算数教材用の数字1～10のカード（7cm×5cm）各3枚。この数字カードの字体を使用して作成した数字12，123，1000，5555のカード（7cm×13cm）各1枚。

3．課題

(1) 予備課題

対象児は「この数字は何といいますか」と質問され，順次カードで提示される数字5，3，12の命名を行う。

(2) 本課題

課題は数に関する基礎知識をみる課題（以降，基礎知識課題と略称）と10進法構造の理解をみる課題（以降，10進法課題と略称）からなる。10進法課題では数を示す材料としてポーカーチップ，貨幣，数字が使用されている。

a．数字命名の確認：「この数字は何といいますか」と質問され，順次提示される数字123，5555，1000の命名を行う。

b．ポーカーチップ材料（以降，チップ材料と略称）による課題

チップ40枚とカップ2個が目前に置かれる。「2つのカップに各々チップ10枚を入れて下さい」と指示される。ここで誤った場合は確認するよう指示される。次に以下の順序で進行する。

①チップ12b小問（以降C12bと略称）：1カップとチップ2枚がトレイの中に入れて提示され，「ここにチップが12枚ありますか」との質問に答える。誤答した場合，「ここに12枚あるか確かめて下さい」と1カップは単位10であることが教示される。

②チップ16課題(C16)：カップ2つとばらのチップ20枚が提示され，「トレイの中にチップを16枚入れて下さい」と指示される。

③チップ24課題（C24）：C16と同様，チップ24枚の集合を作る。

c．貨幣材料による課題：1円貨30枚，5円貨7枚，10円貨7枚が別々の皿に入れ提示される。

①貨幣名称の確認：「これはいくらのお金ですか」と質問されると同時に，指示された貨幣

の名称を答える。ここで誤答や無答の場合，その貨幣の名称が教示される。

②貨幣12a 課題(M12a)：５円貨１枚と１円貨７枚がトレイの中に入れて提示され，「ここに12円ありますか」と質問される。

③貨幣12b 課題(M12b)：10円貨１枚，１円貨２枚がトレイの中に入れて提示され，「ここに12円ありますか」と質問される。誤答した場合，「ここに12円あるか確かめて下さい」と10円は単位10であることが教示される。

④貨幣16課題（M16)：空のトレイと貨幣を入れた３枚の皿が提示され，「トレイの中に16円入れて下さい」と指示される。

⑤貨幣24課題（M24)：M16と同様，24円を入れるように指示される。

ｄ．数字材料による課題

①数字12a 課題(N12a)：数字カードの5２枚と2１枚がトレイの中に入れて提示され，「この数は合わせて12ですか」と質問される。

②数字12b 課題(N12b)：数字カード10１枚と2１枚がトレイの中にいれて提示され，「この数は合わせて12ですか」と質問される。誤答した場合，「この数は合わせて12あるか確かめて下さい」と10は単位10であることが教示される。

③数字16課題(N16)：１～10の数字カード各３枚が机上にランダムに提示され，「数が合わせて16となるようにトレイの中へカードをいれてください」と指示される。

④数字24課題(N24)：N16と同様，数が合わせて24になるようにカードを入れるように指示される。

ｅ．誕生日の確認：「あなたの誕生日は何月何日ですか」と質問される。

4．実施手続き

最初にｅ．誕生日の確認とａ．数字命名の確認が行われた。次に３材料による課題がｂ－ｃ－ｄ，ｃ－ｄ－ｂ，ｄ－ｂ－ｃの３通りの順序で系列効果が相殺されるように実施された。調査は'88年11月中旬にすべて筆者により個別に実施され，所要時間は対象児１人あたり10～15分であった。

結 果 と 考 察

1．各課題における単位10の使用について

10進法課題の結果をtable 1に人数で示す。ここで水準0は非正答(無答・誤答)，水準U1は単位10を使用しない正答，水準U10は単位10を１つ使用した正答，水準U20は単位10を２つ使用した正答である。table 1にみるように貨幣と数字材料のM12aとN12aの正答数は各々M12bとN12bより少なく有意差(直接確率計算法[1])の検定結果：両者とも $p<.001$)がある。単位10を使用した合成の方が5を使った合成よりも容易なことが示唆される。

10進法課題において単位10を使用した人数は，チップ材料の場合C12bでは61人であるが，C16では29人，C24では19人と急速に低下する。3課題のすべてに単位10を使用し正答したのは15人である。C12bで単位10を使用せずに正答した26人の中でC16で単位10を使用し正答したのは５人，さらにC24で単位10を使用し正答したのは３人である。この子どもはC12bでカップ内のおはじきを計数したことで，１カップを10の束として捉え使用できるようになったといえ

る。C12b に正答できないもので C16 および C24 で単位10を使用し正答したものは一人もいない。

貨幣材料では M12b, M16, M24 の課題で単位10を使用したのは33人から39人とほぼ一定している。3課題のすべてに単位10を使用し正答したのは21人である。M12b で単位10を使用せずに正答した15人の中で M16 で単位10を使用し正答したのは10人，M24 で単位10を使用し正答したのは5人であった。また M12b で誤答した69人の中で M16b で単位10を使用し正答したのは5人であるが，その5人中4人が M24 で単位10を2つ使用し正答した。M12b や M16 で誤答したり単位10を使用できなくても，M24 では単位10を使用し正答したものが15人いた。

数字材料では N12b, N16, N24 で単位10を使用し正答したものは各々60人，53人，20人である。3課題のすべてに単位10を使用し正答したのは17人である。N12b で誤答および単位10を使用せずに正答したもので，N16 で単位10を使用し正答したものが10人いるが，この10人は N24 では全員が誤答した。N12b で$\boxed{10}$が単位10であることを知ると，数が16では$\boxed{10}$を単位10として使用できたが，数が24では全く使用できなかったといえる。単位10が使用できないものは，記数法で答えて誤答となるものが多い。これは数字による数の合成よりも，記数法で表現する方が容易なことを示す。従ってこの時期にすでに数字の記数法にある程度慣れてきていると推測できる。

材料別に，数範囲とその解答水準を3×3のクロス表にして対数線形モデル分析[2)]を行った。その結果を table 2 に主効果と一次交互作用の標準効果の値で示した。チップ材料では解答水準の各々の標準効果は有意ではない。一次の交互作用の有意となった標準効果から，扱う数12では単位10の使用は多いが，数が16になると単位10の使用は少なくなり計数等の方略によって正答するといえる。数が24なると非正答が多くなるといえる。貨幣材料では，単位10を使用せずに正答する水準 U1 の標準効果は負で有意である。この材料では計数する等の方略は使用され難いといえる。一次の交互作用の有意となった標準効果から，数が12の場合10円貨から数10を把握するとそれを指で表わしそれに2を数え足して12とする等の正答が多いといえる。単位10の使用は課題によって有意な差はないといえる。数字材料では，単位10を使用せずに正答する水準 U1 の標準効果は負で有意である。数字も貨幣と同様に計数する等の方略は使用され難いといえる。一次の交互作用の有意となった標準効果から，数が12の場合単位10を使用せず正答するのが多く，非正答になるものが少ないといえる。数が16では特に差はなく，数が24になると非正答が多くなるといえる。

次に，数範囲別に，材料と解答水準を3×3のクロス表にして対数線形モデル分析を行なった，その結果を table 3 に主効果と一次交互作用の標準効果の値で示した。一次の交互作用の有意となった標準効果から，扱う数が12では，チップ材料の単位10を使用しない正答が多く，非正答が少ないといえる。貨幣材料の単位10を使用する正答が少なく，非正答が多いといえる。数字材料の単位10を使用する正答が多く，単位10を使用しない正答が少ないといえる。扱う数が16では，チップ材料の誤答と単位10を使用する正答は少なく，単位10を使用しない正答が多いといえる。貨幣材料では特に差はない。数字材料の単位10を使用しない正答は少なく非正答が多いといえる。扱う数が24では，チップ材料の非正答と単位10を使用する正答は少なく単位10を使用しない正答が多いといえる。貨幣材料では単位10を使用する正答が多い傾向といえる。数字材料の単位10を使用しない正答は少なく，非正答が多いといえる。

数字とチップ材料では単位10の使用は扱う数の大きさに関係するが，貨幣材料では数の大き

さに関係せず単位10の使用は一定しているといえる。扱う数が大きくなると，数字材料では非正答が多くなり，チップ材料では単位10を使用しない正答が多くなる。これはチップはカップに入れてあっても集合要素が具体的に個物として知覚されるので計数を誘導すると考える。計数はこの年齢ではすでに獲得されている方略であり，数を把握するのに習慣的に使用されやすいといえる。貨幣と数字材料では，単位10を使用しない正答は少ない。単位10を使用せずに正答した子どもを追跡すると，貨幣材料では１円貨のみを使い計数したもの，数字では⑩以外のカードを使用して数を合成したものであった。

課題の中で扱う数によっても課題を構成する材料によっても，正答数と単位10の使用数が異なることが示された。単位10の使用は数を表現する材料と関係するといえる。また３材料間の同じ数範囲における課題での単位10の使用の独立性を検定した結果は全て有意（table 4）であった。３材料内の12b-16-24 課題における単位10の使用の独立性を検定した結果もすべて有意（table 5）であった。この結果は，子どもが単位10を材料や扱う数によって偶然に使用したものではなく10進法構造の初歩的な知識に基づいて使用したことを示すものである。

2.　数の基礎知識と単位10の使用について

基礎知識課題の正答数を table 6 に示す。ここで誕生日の確認はその月と日を共に正しく答えた場合を正答とした。数字123の正答数が，数字1000より少ない。数字123の非正答は誤答が12人，無答が75人である。数字1000では無答と誤答が各々30人の同数で，誤答者の24人は百と答えていた。数字5555では無答が多く，誤答は23人あった。その中で五千と千の位がいえたのは７人であった。各位が空位でない数字の確実な命名は困難であるといえる。数字の命名と単位10の使用との独立性を検定した結果，数字123は９課題中６課題と，数字1000は９課題中８課題と有意であった。従って，命数の理解は10進法構造の理解と関連しているといえる。数字5555は正答数がきわめて少ないので統計処理は行っていない。

５円貨の名称の達成率は44％で，１円貨と10円貨の達成率がほぼ100％であるのと比べて低く，その名称の理解程度は他の貨幣とは異なるといえる。誤答の殆どは50円と命名するものである。漠然と５に関係することは知っているといえる。また，誕生月日の記憶は67％程度になっている。誕生月のみを知っているものは30％，月も日も知らないものは３％に過ぎない。この５円貨と誕生月日は数の知識と直接関連するものとは考えられないし，特に教え込まれるというものではない。この５円貨の名称の理解と誕生月日の記憶が対象児のほぼ半数程度であることから，これがこの時期の子どもの獲得途上の知識であると考えた。この知識の獲得と数の知識との関連を検討するために，この２課題と本報告で実施した全課題の独立性を検定した。その結果は table 7 に示すように５円貨の名称理解は達成率が10～90％である14課題中12課題と関連があり，そして10進法課題のすべてと関連があった。５円貨の名称の理解は，数の知識と関係しているといえる。誕生月日も同様に14課題中10課題題と関連があった。５円貨と比べ，関連する項目数は少なく，有意水準も低くなっているものの，誕生月日の記憶でさえ数の知識や単位10の使用と関係しているといえよう。また５円貨の無答者と誤答者との比較では誤答者の方が全ての課題で達成率が高かった。漠然と貨幣の名称に興味を持ち記憶することさえ，数の知識が基礎になっていると推測される。

総合考察

1. 10進法構造の理解と月齢

本報告の結果と直接比較できる先行研究に三浦（1986）による6歳児の10進法概念理解の日英比較研究がある。この三浦の課題で扱う数は23もしくは32であり，課題は材料がキャラメルと貨幣の分解課題である。内容はキャラメル材料では10個入りの箱を5箱と5個のキャラメルを示し，「キャラメルを23個とって下さい」とし，貨幣材料では10円と1円を各5個を示し，「23円をとって下さい」とするものである。本報告のチップと貨幣材料の10進法課題とほぼ一致した内容といえる。三浦の日本の対象児は就学直前の幼稚園児48人で，キャラメルと貨幣の分解課題の達成率は各々56%と69%である。これと対応する本報告のチップと貨幣による2小問の単位10使用の平均正答率は各々21%，32%である。これは三浦の結果と比べるときわめて低く，その比率に有意差（両方とも $p<.001$）があった。また三浦は対象児を6歳半未満と以上の2群に分類し達成率を示した。年少群（月齢70～77）と年長群（月齢78～82）のキャラメル分解課題は各々50%と88%であり，貨幣分解課題は46%と92%であった。年長群の方が達成率は高く有意差があったと報告されている。本報告の対象児も月齢により人数がほぼ半数になるように年少群（月齢68～74）と年長群（月齢75～79）の2群に分類して全課題の正答率，10進法課題では単位10使用の正答率を比較した。その結果，数の基礎理解をみる課題の正答率は月齢群によって全く差はなかった。10進法課題では年長群の方が年少群よりすべての課題で正答率は高く，C24で有意差（$p<.01$）があり，C16，M24で有意傾向（$p<.1$）があった。月齢により正答率に差はあるといえるが，三浦の結果程の大きな差はなかった。本報告と三浦の対象児では，月齢差による相対的な難易度が異なるといえる。

幼児期の子どもの数操作能力が，操作する内容によって特定の短期間に急速に獲得されることが示されている（丸山，1991）。本報告の調査実施は11月で，三浦の調査は2月でほぼ3ヵ月の開きがある。この三浦と本報告の対象児の相対的な難易度の差は，課題の細部の違いというよりもむしろ，年長群の子どもの単位10の使用が11月から2月の3ヵ月という比較的短期間に達成されることを示唆する。またこの三浦の示した単位10の達成率はどちらも50%を超えており，子どもがある程度10進法構造を理解していることを示した。三浦他（1976）が10進法の概念は子どもの日常経験で比較的容易に獲得されるものではないとの結論を導いた調査は5歳児期の7月に実施された。本報告の調査と4ヵ月，三浦（1986）の調査と7ヵ月の開きがある。これは5歳児期の7月頃は単位10が使用が可能となる前であったことを示していると考える。従って，10進法構造は5歳児期の11月から2月に6歳半以上になった子どもによって急速に獲得されると推測する。

2. 誤答分析による数を示す材料の検討

チップ材料のC16では，非正答者のうち無答は7人，誤答は26人と誤答が多い。その誤答者のうち，単位10の使用を試みたものは3人，ばらのチップを計数し誤ったものが18人，でたらめ反応と判断されたものは5人であった。C24でも無答者は14人で，誤答者は49人と多い。誤答者のうち，単位10の使用を試みたものは4人に過ぎず，カップのチップをばらして計数し誤ったものは27人で，でたらめ反応は18人であった。C16で無答のものはC24でも全員が無答で

あった。チップ材料では計数の誤りが多い。また扱う数が多くなると，でたらめ反応が多くなる。従って非正答の殆どが計数の誤りか，計数の不能によると推測できる。対象児の中には数24が計数可能範囲を越えているものもいたが，カップを使用したことで困惑した子どももみられた。C24 の正答率は46%である。この結果は村山他(1987)が日本の幼児の発達に関する総合調査で報告している5歳児の計数可能範囲が3070人のうちの59.6%が26を越えていることと比較すると，その正答率は低く有意差（$p<.001$）がある。当該園の子どもの計数能力は，これまでの筆者による別の調査（丸山，1985）で80%以上が26を超えていることがわかっていたし，今回対象とした子ども達の計数能力が特に低いという報告はない。従って村山の調査との差は単に計数可能範囲が小さいというのではなく，カップを単位10とすることが子どもの思考を混乱させたと考える。チップ材料では計数が適用され易く，10を1つの束とする10進法の知識は保持され難いといえる。

貨幣材料のM16では，他材料の同じ数範囲の課題より非正答が多く，無答は24人，誤答は66人である。誤答の22人は貨幣の示す数ではなく貨幣の個数で反応した。その他の44人は貨幣の示す数の合成の誤りによるものと理由が不明のものであった。貨幣の形状はチップと同様円形であり，子どもの計数行動を誘導しやすい。子どもは貨幣の示す数を把握するのが困難であったり把握できても合成が困難であれば，なんとか解答するために貨幣の個数を計数するのであろう。M24 では貨幣の個数で解答する誤りが少なくなり無答は43人と増加する。M16 で貨幣の枚数の反応したもので，M24 で貨幣の示す数で反応したもの3人，貨幣の枚数に反応したもの7人，残りの12人が無答である。この無答の子どもの大半はC24 でチップを計数し誤答していた。従ってこれは貨幣の24枚が計数できないことによる無答と考える。

貨幣材料では，M16 で誤答でもM24 でも単位10を使用し正答するものが5人いた。こうした例はチップでは無く，数字材料で1人に過ぎない。M16 におけるこの5人の解答を追跡すると，3種類の貨幣のそれぞれを適当な枚数を提示していた。数を貨幣の示す数字で表現しようとしたのか，その枚数で表現しようとしたのか判別できない。また再度の課題提示の解答では貨幣の枚数への反応と1位数6を表現し誤る誤答となった。この解答は子どもが貨幣の示す数に反応すべきなのか，それとも貨幣の枚数で反応すべきなのか混乱した状態を示したと考える。貨幣はその示す数値を把握すれば数字材料と同じであり，その枚数を抽象すればチップ材料と同じ意味を持つ。子どもにとって貨幣材料は，数字とチップ材料の性質を合わせ持つものといえる。この2つの性質を合わせ持つことが，貨幣材料の特殊性と考える。また，M16 とM24 では単位10の使用にも正答数にも殆ど差がなかった。貨幣で6を表現するには，5円と1円の1枚ずつと，1円6枚の2通りがある。4は1円4枚でしか表現できないし，この年齢の子どもの直観数の範囲である。従って，M24 での単位10の使用数が減少しないのは，10の位の数だけではなく，1位の数の数範囲も影響したと考える。すなわち貨幣材料で表現する2位数では数の合成は各位が独立して行われ，2つの数が各々に操作されると推測する。10進法の初歩の知識が構成されると各位の数が独立して操作されるようになるが，そうした操作を貨幣材料は促すことが示唆される。これは，三浦（1979）が，貨幣の分解課題が容易なのは貨幣材料の単位10と単位1では「両単位が視覚的に変換できないので，かえって10円玉と1円玉の分離とイメージ化が容易になるためであろう」としたことと一致する。

数字N16 では単位10を使用した人数が他の材料に比べて多く53人に達する。無答は7人と少なく，誤答は54人に達する。そのうちカードの枚数での反応は5人と少ない。28人が$\boxed{1}\boxed{6}$，7

人が$\boxed{6}\boxed{1}$と記数法の表現で答えた。数字材料では記数法の表現の方が数の合成より容易なためこの誤りが生じたと考える。また貨幣と比較して単位10を使用した正答が多い。これは2位数の10は数字でも貨幣でも材料の1つで構成できるが，1位数6は数字のみが$\boxed{6}$の選択で直ちに構成できることによると考える。1位数の構成が容易なため，結果的に単位10を使用した正答が多いといえる。N24では単位10の使用が少なくチップと同程度となる。N16と比べて無答は17人と多いが，誤答は80人と過半数を越えてしまう。44人の誤答が$\boxed{2}\boxed{4}$，10人が$\boxed{4}\boxed{2}$，11人が$\boxed{2}\boxed{10}\boxed{4}$，3人が$\boxed{2}\boxed{1}\boxed{4}$であり，$\boxed{0}\boxed{2}\boxed{4}$と$\boxed{4}\boxed{10}\boxed{2}$が各々1人であった。$\boxed{2}\boxed{4}$と$\boxed{4}\boxed{2}$は「にじゅうし」の音声を聞いて$\boxed{20}$を選ぼうとするがそのカードはない。そこで数20を数操作で合成せずに，数字の記数法を使って解答したと推測する。この反応は貨幣の結果と比べると処理可能な数スパンを超えたというよりむしろ，数字材料の特殊性といえよう。

3．記数法の理解過程

この年齢期の子どものひらがなが書ける割合は，村山他（1987）の調査ではひらがなが26文字以上書けるものだけでも5歳では62%，6歳では86%である。そこで対象児の多くが文字を音声に従って書くことは既に経験していると推測できる。銀林が指摘した「にじゅういち」を「201」と表現するものは本報告のN16では正答となり確認できなかった。N24では$\boxed{0}\boxed{2}\boxed{4}$とするものが1人いたが，これは数字の順序が204や402とは異なり，204の誤表現とは考え難い。また$\boxed{2}\boxed{10}\boxed{4}$や$\boxed{4}\boxed{10}\boxed{2}$とした誤答は12人いた。これは子どもが「じゅう」は$\boxed{10}$という一つの文字と考えたことを示唆し，銀林（1991）やKamii（1981）が指摘した反応のパターンといえる。$\boxed{2}\boxed{1}\boxed{4}$とした誤答は，音声の「に」を$\boxed{2}$で示し，「じゅうよん」を$\boxed{1}\boxed{4}$で示したと考える。従って$\boxed{2}\boxed{10}\boxed{4}$，$\boxed{4}\boxed{10}\boxed{2}$及び$\boxed{2}\boxed{1}\boxed{4}$の誤答は，数詞の発音をそのまま数字で表現しようとしたものであるといえる。銀林とKamiiがいう，子どもは数字がくっついてつながっていると理解し，読むとおりに書くという原則を適用して表現していることが確認された。また本報告の数の基礎知識課題の数字123と1000の命名の正答率は28%と45%であり，その正答率には有意差（$p<.001$）があった。小さい数字123より大きい数字1000の命名の方が容易なのである。この事実は子どもが数字1000を一つの文字として理解している可能性を示唆する。

数字材料での誤答は記数法によるものが過半数に達しており，数字材料は音声を手がかりに記数法で反応し易く単位10が使用され難いことが示された。これは，子どもが記数法をこの時期に理解し使用するのに慣れてきていることを示唆する。子どもの多くは特に教えられなくても記数法を使用できるようになったといえる。先にみた三浦（1986）の研究で日本の子どもと比較された英国の子どもは「10進法の理解に関しては，Diens Block（日本の水道方式のブロックを小さくしたもの）が各児童に用意され，彼等は，それを用いて加・減算の原理理解が促されている。この経験は十進法構造の理解に促進的効果をもたらすと考えられる。」との予測にもかかわらず，その理解程度は日本の幼児と差がなかった。またMiura（1987）の研究では，米国の学校は位取りの原理はBase 10 Blockを使用して教えるが，米国の学校に通学する駐米日本人と米国人の子どもとの10進法構造の理解は日本人の方が早く差があった。この事実から，Miuraは日本語の数詞構造が10進法の理解を促進するとした。この2研究の結果は水道方式のタイルの様なスキーマの使用で10進法構造の理解が単純に促進されるのでないことを示すと同時に，日本語の数詞構造が位取りの原理や記数法の理解を促すものであり，幼児が数詞の理解を通して記数法を覚えていくことを示唆している。しかし，ここでの議論は位取りの指導で使

用されるタイルやブロックの教育効果を否定的に評価するものではない。また，Kamii (1981) は，子どもの数知識は子どもが認識上の種々の矛盾に気づきその解決を試みることで修正され理解が進展していくと結論している。本報告の分析結果は，幼児が初期には一般言語の表記と同様に音声の通りに数字を並べて表現することを獲得し，さらに2位数以上の数字を読めるようになって記数した数字と命数した数字との間の矛盾を認識し，それを統合する様に記数法を理解していく過程があることを示唆している。

4. 10進法構造の理解を促す材料

数範囲16と24の課題の両方で，単位10を使用し正答したものを完全達成と呼ぶ。その人数は各々チップ材料で18人，貨幣材料で26人，数字材料で17人である。完全達成者は36人で，対象児の30%に達した。特に教育を受けなくともこれだけの子どもが単位10を使用できるようになっている。また完全達成者の半数以上の子どもは，複数の材料で完全達成していた。その包含関係を Fig.1 に示した。子どもは各々の材料で単独に単位10を使用するのではなく，関連して使用したといえる。これは子どもが10を束ねて1つの単位とする10進法構造の初歩的な知識を持っていることを示すものである。数字材料のみの完全達成者は3人で，チップや貨幣材料のみの完全達成者が各々5人と8人であることと比べて統計的に有意差はないが少ないといえる。これは10進法構造の理解が，数字から始まるのではなく，貨幣もしくはチップから可能になることを示唆する。チップと数字の完全達成者数に有意差はない。貨幣材料の完全正答者数はチップや数字材料の完全達成者に比べ多く両方とも有意傾向 ($p<.1$) があった。貨幣から単位10の使用が可能になる子どもが多いといえる。

幼児期の子どもが大きな数である2位数，3位数を具体物の集合数から知るというのは，子どもの数行動から考え難い。子どもは日常生活で中で大きな数を示すものとして貨幣や数字と常に接しており，子どもが2位数や3位数を知るのは貨幣や数字を通してであろうと推測する。数字ではすでに，数の合成よりも記数法で反応する方が容易なことは，子どもは数字の記数法と命数法を早くに記憶していることを示す。貨幣では，幼児期の子どもが貨幣を買物等で自由に使用しているとは考えられない。幼稚園等公教育では，中沢 (1981) が指摘するようにお買物ごっこなどで，「お金」を作りそれを「お金」として使用しているのが日常的に観察される。子どもは遊びの中で数字を書いてお金を作り，それを貨幣として流通させる。こうした遊びの初歩は，たいていの園では3歳児期から始まる。子どもは実生活では使用させてもらえない貨幣を，ここでは思う存分使用できるのである。成長とともに，このごっこ遊びはよりリアルに大人社会を再現しようとする。こうした，遊びの中で子どもが貨幣による簡単な数の演算を覚えるのは容易であろうし，必然的に単位10や単位100を使用するようになると推測する。従ってこうした遊びは10進法構造を理解する過程でもあるといえよう。チップなど具体物を10の束や100束にして，子どもが遊ぶ必然性があるならば，子どもはそうして遊ぶだろう。しかし，複数の子どもがなんらかのイメージを共有し，ルールを決めて遊ぼうとする発展性は，買い物ごっこに比べると少ないと考える。なぜなら，ごっこのモデルとする大人社会では具体物を10や100の束にして数える行動は，子どもが日常的に観察できる範囲では少ないと考えられるからである。子どもが貨幣から大きい数を知り，10進法構造を理解していくという推測は，子どもの日常生活における行動や遊びから考えて肯定できることである。従って，幼児期の子どもの10進法構造の理解を促すものは貨幣材料であると考える。

5．数知識の獲得とその指導への示唆

5円貨や誕生日は幼児の自発的な遊びでは殆ど使用されない。お買物ごっこでは，生活の実感から十円，百円，千円といった単位の金額が使用されることが多い。5円貨の名称の誤りが，50円であるというのもそれの傍証ともいえる。5円貨の名称は，生活活動のなかで身につけた知識であろう。そうした細かなことにも興味を持ち，眼を向けるのはやはり数に対する関心であるといえる。なおこの調査は消費税導入以前に実施されている。消費税実施後しばらく経っており5円貨も幼児にとって身近なものになり遊びの中に取り込んでいるとすれば，その名称の獲得は1円貨と同様になっているとも推測できる。

誕生月日は，多くの園で保育者によって誕生表として壁面に掲げられている。当該幼稚園でもすべての保育室の壁に大きく，幼児名とその誕生月日を書き込んだ誕生表がはってあった。保育者向けの雑誌には，誕生表は子どもの目をひく美しい壁面装飾とする視点から考えられ，その制作技法等が紹介されている場合が多い。本報告の結果は，誕生表が単なる装飾ではなく，子どもの数への興味をひき関心を高めるものであり，数の知識を獲得する機会を与えることを示した。誕生表は数を教育する教材としても意味があるといえる。保育者がこうしたことを意識して環境を整えることで，効果的に子どもの数指導を行うことも可能なことが示唆される。

table 1　10進法課題の結果

	12a		12b			16			24			
水　準	0	U1	0	U1	U10	0	U1	U10	0	U1	U10	U20
チップ	-	-	30	26	61	33	55	29	63	35	7	12
貨　幣	82	35	69	15	33	70	8	39	76	5	3	33
数　字	75	42	47	10	60	61	3	53	97	0	3	17

数値は人数，n＝117

table 2　数の範囲と単位10の使用の関係

材料	ポーカーチップ		
水準	0	U1	U10, U20
12b	-2.15*	-2.97**	5.73**
16	-1.96＋	3.38**	-1.21
24	4.66**	-0.11	-3.81**
主効果	1.18	0.25	-1.34
材料	貨　　幣		
水準	0	U1	U10, U20
12b	-1.61	2.36*	-1.81
16	-0.20	-0.27	0.59
24	1.58	-1.62	1.06
主効果	10.58**	-8.27**	2.60**
材料	数　　字		
水準	0	U1	U10, U20
12b	-4.06**	2.44*	-0.42
16	-0.93	0.14	0.65
24	3.08**	-1.49	-0.18
主効果	6.87**	-5.79**	4.09**

** ; p<.01 *; p<.05　+; p<.1

table 3　数を示す材料と単位10の使用の関係

数範囲	12		
水準	O	U1	U10, U20
チップ	-4.16**	2.93**	1.07
貨幣	3.77**	-0.21	-3.28**
数字	0.85	-2.24*	2.35*
主効果	4.06**	-6.82**	5.02**
数範囲	16		
水準	0	U1	U10, U20
チップ	-4.21**	7.05**	-5.11**
貨幣	-0.50	-0.56	1.35
数字	3.86**	-4.03**	2.99**
主効果	4.09**	-5.32**	4.08**
数範囲	24		
水準	0	U1	U10, U20
チップ	-4.33**	5.19**	-3.92**
貨幣	-0.65	-0.67	1.71＋
数字	3.22**	-2.52*	1.47
主効果	9.27**	-5.43**	0.62

**; p<.01 *; p<.05　+; p<.1

table 4　10 進法課題間の独立性の検定

	M×C	N×C	N×M
12b	$p<0.001$	$p<0.001$	$p<0.001$
16	$p<0.001$	$p<0.10$	$p<0.001$
24	$p<0.001$	$p<0.001$	$p<0.001$

直接確率計算法での両側検定による。

table 5　10 進法課題内12b，16，24 間の独立性の検定

	12b×16	16×24	24×12b
チップ材料	$p<0.001$	$p<0.001$	$p<0.001$
貨幣材料	$p<0.001$	$p<0.001$	$p<0.001$
数字材料	$p<0.01$	$p<0.001$	$p<0.001$

直接確率計算法での両側検定による。

table 6　数の基礎知識課題の正答数

数字命名			誕生月日	1円貨幣	5円貨幣	10円貨幣
123	1000	5555				
28	53	6	78	117	51	113

n＝117

table 7　5円貨・誕生月日の理解と各課題との独立性の検定

課　題	5円貨幣	誕生日
数字1 2 3	$p<0.001$	$p<0.10$
数字5555	n.s.	n.s.
数字1000	$p<0.05$	$p<0.10$
誕　生　日	$p<0.05$	—
1円貨幣	n.s.	n.s.
5円貨幣	—	$p<0.05$
10円貨幣	n.s.	n.s.
M12a	n.s.	n.s.
N12a	n.s.	n.s.
C12b	$p<0.05$	$p<0.05$
C16	$p<0.05$	$p<0.05$
C24	$p<0.05$	$p<0.05$
M12b	$p<0.001$	$p<0.10$
M16	$p<0.01$	$p<0.01$
M24	$p<0.001$	$p<0.10$
N12b	$p<0.01$	n.s.
N16	$p<0.01$	n.s.
N24	$p<0.01$	$p<0.10$

直接確率計算法での両側検定による。
n.s.＝no siginificant

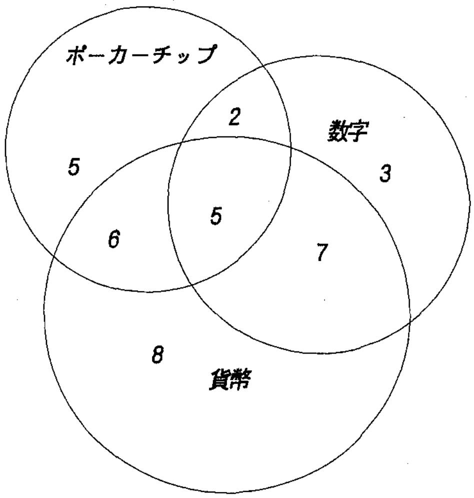

Fig.1　材料別完全達成者の人数分布

注

1) 本報告における 2 × 2 度数集計表の検定は，すべてフィッシャーの直接確率法により算出し，両側検定結果を採用した。計算プログラムは「パソコン用統計分析プログラム STAR version 3.1」（田中敏1991）によった。
2) この計算は，2 次元対数線形モデル分析プログラム「LOG2」（弓野憲一1981）によった。

文　　献

銀林浩　1991　入門期の算数教育，太郎次郎社

Kamii,M. 1981 Children's ideas about written number. *Topics in Learning and Learning Disability*, 1, 3, 47-59.

丸山良平　1985　幼児の数概念の発達と数字理解の関係について　上越教育大学修士論文

丸山良平・中沢和子　1988　幼児の数概念形成の諸条件に関する検討(7)―10進法の理解と数能力について―　日本教育心理学会第31回総会発表論文集，62.

丸山良平　1991　幼児の数能力・数字使用力の発達と月齢との関係について　上越教育大学研究紀要，11，1，67-80.

Miura,T.I. 1987 Mathematics Achievement as a Function of Language. *Jounal of Educational Psychology*, 79, 1, 79-82.

三浦香苗・西谷さやか　1976　幼児の数量概念と診断テストの作成　千葉大学教育学部紀要，25，11-42.

三浦香苗・西谷さやか　1979　幼児の数量概念についてVI―十進法理解：その２―　日本教育心理学会第21回総会発表論文集，443-445.

三浦香苗　1986　6歳児の十進法概念理解に関する日英比較　千葉大学教育工学研究，7，3-14.

村山貞男他　1987　日本の幼児の成長・発達に関する総合調査　サンマーク出版

中沢和子　1981　幼児の数と量の教育　国土社

Steffe, L., von Glasersfeld, E., & Richards, J. 1981 Children's couting types. Unpublished monograph, University of Georgia.

遠山啓　1965　算数の数え方 I　明治図書

Ability of Young Children to Understand the Base–Ten System

Ryohei MARUYAMA*

ABSTRACT

This paper provides follow-up research into the ability of young children to use the base-ten system. The author studied five-year-olds enrolled at a kindergarten who had been given no special mathematical education. They were tested for basic knowlege of numbers as well as the ability to solve base-ten problems using object, money, and numerals. His analysis led to the following conclusions:

1. When operating large numbers, children count and do not utilize units of ten when object are employed, and they represent numbers by the common scale of notation and do not add up numerals utilizing units ten (numeral 10) when numerals are employed. Children do, however, use units of ten consistently when money is employed.
2. There are differences in the utilization of units of ten depending on the materials used to represent numbers. Understanding of the base-ten system appears to begins with money and objects and move from there to numerals. This conclusion is backed up by observations of the daily routines of young children.
3. There are difference in the utilization of units of ten depending on the age (in mouths) of the children. Children in the upper kindergarten class that turned six and a half between November and February (Japanese school years run from April to March) rapidly gained the ability to use the base-ten system.
4. The acquisition of basic knowledge regarding numbers is linked to the ability to use the base-ten system, and the ability to understand the base-ten system is linked to the acquisition of knowledge about numbers through routine, daily activities. Educators can effectively teach children about numbers by working with them on a consistent, day-to-day basis.

* Division of Early Childhood Education