

別紙 4

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

## 主 論 文 の 要 旨

論文題目	小学校算数「量」の学習における 構成的な操作活動の意義と可能性
氏 名	中島 淑子

## 論 文 内 容 の 要 旨

小学校算数科においては、「長さ」「時間」「重さ」「角度」「面積」「体積」といった量に関する学習が行われている。これまでも、多くの操作活動を取り入れる実践の提案や、背景となる理論研究が行われ、教科書や授業に反映されてきた。

操作活動の理論的研究としては、我が国においては古くは仲本（1922）の「量の学習」における「二つの量の漠然たる比較」、「間接の比較」、「精密な測定概念」の3段階の指導法が提唱されている。仲本が実践に与えていた影響は、これまでの研究においても明確にされていないが、1935年に塩野直道らによって「数理理想を開発」し「日常生活を数理的に正しくする」ことを目標として編集された第四期国定教科書『尋常小学算術』（いわゆる「緑表紙」）では、2つの量の比較から量の学習へ導入する方法が取り入れられている。その後時代が下って、算数教育においては、実在を土台として成り立っている量を、数よりも重視した遠山の「量の体系（1979）」が発表された。ここでは、3段階から4段階への精緻化という点で仲本との違いはみられるものの、直接に二つのものをならべて長短を比較する「直接比較」、直接並べることができない物を、ひもなどの仲立ちを利用して比較する「間接比較」、適当な単位を定めてその何倍であるかを測定する「個別単位による測定（学習指導要領では任意単位による測定）」、社会で通用する単位の何倍であるかを測定する「普遍単位による測定」という比較から測定へと操作学習が進められる。実在物の操作を重視する考え方や、比較から測定へという指導順序に基づき、学習指導要領では、直接比較、間接比較、任意単位による測定、普遍単位による測定といった操作活動が取り入れられている（文部省、1999）。現在では、これらの操作活動は、算数的活動、数学的活動の一部として扱われている。

これらの操作活動は、ピアジェの心理学などの影響もあり、操作を通して概念を形成する考え方に基づいている。現在の教科書の基本的な考えは、操作活動によって概念を拡張させていく指導法である。直接の比較から、量を基本となる単位のいくつ分とする見方へと、拡張させるような指導順序となっている。つまり、長さの学習では、最初からものさしを使わせるという指導方法ではなく、ものさしを用いて、長さを測定するという手続き的知識をあたえ、技能を習得させるという考えではなく、主体的な操作活動による概念的な理解が図られている。

ただし、この指導原理は、量の学習において普遍的であるといえるのだろうか。まず、時間において、時間を直接比較することはできない。そうすると、時計の読み方の手続き的な知識にどうしても重点が置かれる。一方、角の大きさの学習においては、分度器を用いて、所与の角の大きさを測定するといった学習の前に、扇子等を開いて、様々な大きさの角度を作るといった操作活動から始まる。所与の量を比較、測定する分析的な活動に比して、これは構成的な操作活動と呼べるのではないだろうか。

構成的な操作活動の視点から改めて、「時間」の学習をふりかえれば、子どもたち一人一人が、模型の時計を用いて、針を動かして様々な時刻を作る学習が行われている。これにより、時刻を読み取るという分析的な活動だけでなく、針を連続的に動かしながら時刻を作る構成的な操作活動が行われ、時計の読み取りの学習を確かにしている。

このように、操作活動と一括りにされるが、角の大きさの学習や、時間の学習での操作活動で行われているように、「量の測定」における操作活動は、分析的な活動と、構成的な操作活動の2つに分けることができる。

しかし、これまでの算数教育、指導書、算数教育学の大学テキスト、辞典等においても、あまりこの区別は強調されていない。学習指導要領における操作活動に関する記述においても、このような分類はなされていない。

翻って、量の指導の最も典型的であり最初の学習内容である「長さ」においては、「比較」「測定」という分析が優位であり、構成はほとんどなされていないように思われる。しかも、前述のように、操作活動を分化するという方針もなく、自覚もない。

そこで本研究では、角度や時計の学習の一部では行われているが、量の学習全体でみれば、取り組みの少ない構成的な操作活動に注目し、その意義を理論的に検討し、授業実践を通して可能性と課題を明らかにする。

第1章では、「操作活動」における歴史的な変遷と背景、研究目的を述べた。

第2章では、「長さ」の学習において、学習指導要領と6出版社の小学校1・2年生の「長さ」の教科書の分析を行い、構成的な操作活動はほとんど行われていないことを明らかにした。教科書の分析では、操作活動で用いられる教具と操作活動を対象にして、分析を行った。

第3章では、分析的な操作活動と構成的な操作活動の視点により、「広さ」「時間」「角の大きさ」「重さ」「かさ」の教科書の分析を行った。「広さ」「時間」の学習では、不十分な形であったが構成的な操作活動が行われていた。「重さ」は、測定の道具である台はかりにおいて、間接的な形であるが、構成的な操作活動が行われていた。「角の大きさ」の学習では、「角の大きさ」を連続的に変化させることができる教具が工夫されており、導入学習と発展学習において、構成的な操作活動が行われていた。水の体積である「かさ」の学習では、操作活動の多くが、構成的な操作活動となっていた。これは、水という連続的に変化する「量」の性質により、比較や測定の操作学習が、自ずと構成的な操作活動となったのである。あらゆる「量」の学習において、「かさ」の学習のように、変化する「量」を表す構成的な操作活動を行えば、「量」の連続性を認識することすることができる。

第4章では、操作活動における「分析」と「構成」の概念を検討し、「量」の本質とは何かを明らかにした。まず、「分析」と「構成」は、対比的な概念として捉えることができる。前章までに明らかにしたように、量の学習における操作活動は、分析的な操作と構成的な操作に分類ができる。しかし、分析的な活動の中にも、「構成」の要素も入っている。構成的な活動の中にも「分析」の要素も入っている。意味ある活動においては両者の要素はどちらも入っており、量的なバランスとして捉えることができる。例えば、分析的に明らかになった3cmという測定結果が意味を持つのは、量感覚にもとづきイメージができるからである。cmに馴染みのない人には、その数値は意味をなさない。また、何ら反省のない構成は、終わりも多いも少ないもない。線を引くという構成的な活動の中にも、ここからここまで、どれくらいの道のりがあったのかという分析的な思惟が働いてこそ、意味のある活動となる。

量の本質は、連続的に変化する性質をもつという連続的可変性にある。これを実感するには、数値化以前に身体的な感覚が必要である。量の本質については、ギリシャ時代より、デカルト、カント、多くの哲学者や数学者が、「量」とは何かを追求してきた。オイラーは、「一般に、数学とは量の科学に他ならない」と述べたとある（公田，2009）。デカルト(1644)は、物質は、「ただ単に、長さと幅と深さとに拮がっているものである」と、「量」は変化しうるものであると述べた。

1cmの長さの中に、数多くの長さがあり、それは、無限に存在する。また、「長さ」が減少しているときは、極限を経て0となる。「量」は連続性をもっている。この連続性を理解させることが、「量」の学習では必要である。比較や測定をするために、一時的には「量」は固定した大きさであるとみなすことが必要である。しかし、教育の場では、量は変化するとみなすことにより、連続性の認識が容易となる。量の連続性を認識させるためには、構成的な操作活動が有効である。構成的な操作活動を行うことにより、「測定」の意味を正しく理解することができる。

第5章では、構成的な操作活動を取り入れた「量」の学習の提案を行った。「時間」の学習では、「砂時計」による構成的な操作活動により、連続性を認識できる。「長さ」の学習では、決まった長さの直線を引くという構成的な操作活動が有効である。始点から、1cm, 2cm, 3cm・・・と様々な長さの直線を引くことにより、長さの連続性を認識しながら分析的な操作活動を行うことができる。また、坪田耕三氏が、四則計算のために考案し特許を取得した教具を「長さ」の学習に用いた。帯状の布をスライドさせて動かすことによって、「長さ」を連続的に構成することのできる教具である。さらに、直線を引く構成的な操作活動、教具を利用した構成的な操作活動を取り入れ、小学校1・2年生用の「長さ」の教科書を作成した。

また、「かさ」の学習では、一部では構成的な操作活動が成立しているが、分析的な操作活動と構成的な操作活動の両方の特性を生かした小学校2年生用の教科書を作成した。

第6章の考察と今後の課題では、「量」の学習において、分析的な操作活動と構成的な操作活動の両方を取り入れることにより、「量」や「測定」の概念の拡張について理論を構築することができた。しかし、理論に基づいて開発した教具、操作活動、教科書を用いた授業実践は十分にできておらず、有効性が検証できていない。授業実践を通して、有効性を明らかにすることは、残された課題である。

#### 引用文献

- 公田藏 2009 「藤沢利喜太郎の数学教育思想」 数理解析研究所講究録 162 pp254-268  
デカルト 1644 『哲学原理』 桂寿一訳 1964 岩波書店  
遠山啓 1979 『数学教育への招待』（遠山啓著作集 数学教育論シリーズ0）太郎次郎社  
仲本三二 1922 『実験新主義算術教育』 中文館書店  
文部省 1999 小学校学習指導要領