

# kg の意味に混乱する高校生の事例調査

サイエンスの森 森雄児

## はじめに

計量法の成立にともない、経産省は国民に対しては、kg の意味の混用政策を実施すると同時に、公教育では全面 SI 化を実施するという矛盾した政策を推進した。このダブルスタンダードな政策の影響で、力学を学習する生徒に混乱がおきることが予想された。高校新 2 年生にこの調査を実施したところ、深刻な混乱の事例が明らかになった。

(キーワード：計量法、全面 SI 化、質量と重さの混用政策、kg の意味、メタ認知)

## 1. 調査の概要

### 1.1 調査の目的

1993 年に計量法が改正され、「社会生活」の場面では「kg の意味」を「kg:質量=重さ=重量=荷重など・・・」と見なす<混用政策>が推進されている<sup>1)</sup>。同時に「公教育」の場面では「kg:質量」と「N:重さ、重量」を区別する「全面 SI 化」という矛盾した政策が経産省を起点に展開されている。これによって生徒の kg の意味や「質量、重さ、重量」の理解に混乱が発生することが予想された<sup>2)</sup>。そのため本稿では、kg の意味をめぐって生徒はどのような理解状態にあるのかを明らかにする事例調査を行った。

### 1.2 計量法が理科(物理)教育に及ぼした負の影響

計量法の改正後、2002 年になると経産省から文科省を経由して、学習指導要領が変更され、中・高校の教科書が改正された。中学校の力学は SI 化されたが、小学校では慣例の「重さ:kg」がそのまま温存されたため、小・中学校間で「重さ:kg」の指導に大きなねじれが生じるようになった。中学校では「kg の意味は重さではなく、実は質量であること」、また「重さの単位は kg ではなく、実は N(ニュートン)であること」というように小学校の指導内容をひっくり返す修正が恒常的に必要になった。こうした「SI 化」によって、中学校理科は物理学を学ぶための準備としては論理的一貫性のある内容になった。他方では、生活に密着していた「重さ:kgw」の単位が廃止され、代わりに生活と無縁な「重さ:N(ニュートン)」が導入されたため、現場の教師から強い疑問が提示された。重力単位は生活に密着した単位であるだけでなく中学校の静力学の学習に最適な単位であったことから、これは当然の反応であっただろう。そして「理科が生活から乖離している」という中学校の教師から強い危機感が表明されていた<sup>3)</sup>。これは、計量法改正が、単なる「SI 化」ではなく「一量一単位」を原則とする単位の「純血主義」を強硬に推進し、重力単位 kgw や cgs 単位系などを排除した結果といつてよいだろう。

### 1.3 計量法が「社会生活」に及ぼした負の影響

経産省は、表1のように文科省経由の「全面 SI 化」の指導と同時に、総務省(郵便局など)・国土交通省、マスコミを經由し、国民に向かって「公教育」と矛盾した「kg の意味」の「混用政策」も推進していた。この中には中・高校生・大学生に加えて、就活中でクレーンなどの資格取得のために理科を再学習している社会人も含まれている。こうした様々な理科(物理)の学習者たちは、「公教育」と「社会生活」の2つの場面で矛盾したダブルスタンダードな行政指導に巻き込まれていくことになる。

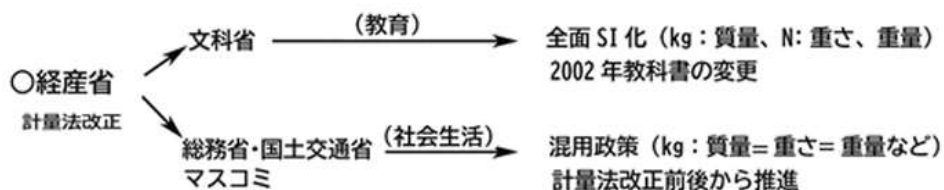


表1. ダブルスタンダードな政策の流れ

計量法改正とともに kg の意味をめぐる理科の学習者に混乱が始まる中で、ほとんどの理科(物理)の教師は、一方の経産省発—文科省経由の教科書の「重さ:ニュートンの導入、kg 重の廃止」の対応に追われ、他方の総務省、国土交通省、マスコミを經由して国民全体の「社会生活」に入り込んでいった「kg の意味」の混用政策には、まったく関心を示さなかった。それは、全国紙の新聞、テレビなどの大手マスコミは、この混用政策をまったく報道しなかった、という理由が大きく影響していただろう。

「公教育」の中で「質量と重さ」が取り上げられる授業時間は1年間でせいぜい2~3hという短い時間であるのに対して、生徒はそれと矛盾した混用政策に「社会生活」のいろいろな場面で1年中さらされ続ける。生徒によって「理科」と「社会生活」との関わり方はそれぞれの家庭環境で異なるため、2つの矛盾に気がつくのは生徒によってばらばらになる。それ故、この問題は理科だけの問題ではなく、科学と社会など常識や教養レベルの問題として、なかなか表面化しなかったのだ。それが WEB 上で受験生の質問・相談コーナーなどでだんだんとりあげられ注目されるようになった。そうした混乱から浮上した代表的な問題2つを紹介してみよう。

#### ① 「1kgは何ニュートンですか。」という質問。

混用政策によって郵便局などでは「kg」の意味は「重さ、重量」とみなされているのに対して、公教育では「重さ、重量」が「N(ニュートン)」であるため、生徒には「1kgが何Nか?」と言うことが疑問になる。これは混用政策の「kg:重さ、重量」の視点から、「SI単位」のNの

単位も同列に解釈する鋭い生徒の疑問だ。しかし、これに対する質問コーナーの回答者は全員「kg は質量の単位、ニュートンは力の単位でこの 2 つは次元がちがいます。」という公式通りの回答をするだけで、その疑問の背後にある経産省のダブルスタンダードな政策の問題点が全く見えていなかった。

②「質量も、重さもわけが分からない。」という叫びのような WEB での感想。

筆者の体験では、ほとんどの生徒は「重さは分かるが、質量はわからない。」と言うのが普通だったが、この生徒は質量だけでなく重さまでわけが分からない、と言い切っている。この生徒は①とは視点が逆で、SI 単位の「重さ、重量:N」が「社会生活」においてどう使われているかを見て「重さ:N」の居場所が「社会生活」のどこにも見当たらない、ことに気づいたのである。その理由は「ニュートン」は「法定計量単位」として商品売買に使われる能力がない単位だからだが、生徒にはそのことが理解できない。そして「kg の意味を混用」する「社会生活」を素直に見つめて、「質量:kg」を「重さ・重量:kg」と読み替えていることに気づき、「重さ」を論理的に考える座標軸を失ってしまったのではないだろうか。

よくみられる混乱の 2 つの例を挙げたが、こうした問題の回答は、計量法成立のいきさつを知っている物理の専門家はつまびらかにできるだろうが、生徒には、独力で整合的に解釈することは不可能である。この矛盾につきあたってしまった生徒に、出口はない。

#### 1.4 調査方法について

こうした混乱状態におかれていながら、考え続ける生徒の調査をする場合は、通常の正答率の解析では混乱の状態は明らかにできない。安易に調査をすれば、ただのその場しのぎの丸暗記でかわした正答と、理解も関心も放棄してしまった生徒の誤答を検出するだけの結果になりかねない。

そのため生徒自身が矛盾と遭遇し、長期間の閉塞体験をしたことが表出される余地をのこした調査内容にすることが必須になる。そのためにアンケートでは、例えば単に混乱している内容を問うだけでなく、その混乱しながら回答をする自分自身を見つめる論理性も問うために、その回答に自信があるかという問いを加えている。また、そうした問いかけによって、生徒の矛盾に対するメタ認知を喚起し、問いの終わりに自分自身の回答に関する「コメント」を求めた。(これらを以下では「メタ認知」情報と呼んでいく。)

混乱の調査は、行動目標の確認の調査ではないので、正答率と理解度が相関関係を持つとは限らない。正答率が高い生徒も低い生徒も「わけがわからない」状態が混在してくる。逆に「わからないことだらけ」とコメントする生徒が同時に完全正答をしている事例もみられてくる。このようなことから本稿の分析では、調査の中心指標は混乱に対する「メタ認知」情報におき、正答率はそれを整理する指標として位置づける方法をとっている。

## 1.5 「メタ認知」情報の採取方法について

生徒からの「メタ認知」情報の採取方法は、本アンケートに回答すると同時にその回答に対するコメントも要望するというオーソドックスな方法で行っている。

ただ、「メタ認知」情報は、自己をさらけ出す傷つきやすい情報であるため、通常は受容感の高い認知カウンセリングや個別学習などの1対1の信頼関係を前提にした場で取得されるものである<sup>4)</sup>。一方向性の強いアンケート調査ではメタ認知情報は、入手困難である。

本稿のテーマは、生徒にとって長期にわたりソリューションが見いだせない閉塞性をもった内容であることから、逆に「メタ認知」情報がかなり収集しやすいケースである。それを考慮し、できるだけ高い確率でその情報を収集できるように、以下の3つの条件に合致する集団を調査対象の目標にした。

①教師と生徒の信頼関係が伝統的に築かれている学校であること。②授業から落ちこぼれた体験が少ない生徒であること。③高校受験競争を体験していること。(高校受験前では多くの生徒がこの問題を放置していたと思うが、受験で一度はこの矛盾と正面から向き合わざるを得ず、そして結局は挫折する体験をしていると予想される。)

この3条件を満たす調査集団として、高校受験の成績がかなり上位の2校の高校・普通課程2年生229名(文理混合5クラス)を選定した。実施時期は高校受験から1年を経過している2016年度・2017年度の新2年生、1学期最初の物理の授業で調査の実施を依頼した。その結果、「メタ認知」情報を229名中21名の生徒が記入してくれた。約10%(表2参照)というかなり高い確率で取得することができた。

## 2 「kgの意味」とその自信

### 2.1 「kgの意味」に自信が持てない生徒達

[問1-1]「kg」の単位の記号の意味は、次のどれだと思いますか。(複数選択可)

①力、②質量、③重さ、④重量、⑤分からない。

[問1-2]この答に自信がありますか。

①ある、②ない

調査内容は[問1]～[問4]までであるが、本稿では紙数の都合から[問1]と[問4]のデータを中心に分析した結果を報告する。また、このアンケートは、成績評価に全く影響しない調査であることは、生徒にあらかじめわかっている。

[問1]では、「kgの用語」を問い、[問4]では、「kgの社会的役割」を質問している。本アンケートでは[問1]と[問4]の2つの問いに同時に正答した生徒について「kgの意味」を十分に理解している状態と仮定して分析を進めている。まず調査項目[問1-1]では、「記

号:kg]に対応する「用語」を質問し、[問 1-2]では、その答えに「自信があるか」どうかを質問した。

その結果[問 1-2]では 75% (171 名)の生徒が自分の回答に「自信がない。」と答え、「自信がある」と答えたのは、25% (58 名)だけだった。「kg」という記号は、生徒達が幼少から、毎日の生活の中で使い続けてきた単位である。その「kg」に対応する「用語」はどれかと質問すると、高校生になっても、全体の 75%もの生徒が自信をもって答えられなかった。これは、驚くべき現象といってよいだろう。しかも調査対象はかなりの好成績で高校受験を通過したトップクラスの生徒達である。この 3/4 もの生徒たちが回答に「自信なし」と答える現状は、個人の勉強不足や努力不足が原因としてかたづけられるものではないだろう。「混用政策」という社会制度上の影響が「ノイズ」として生徒たちに作用し、「質量、重さ、重量」の理解に混乱をもたらしていると考えるのが妥当ではないだろうか。

## 2.2 経産省の「質量と重さなど」の混用政策

117 年前の第 3 回国際度量衡会議において、「質量と重さ」の混乱が深刻な問題となり、



図1. 問1-2の自信の有無の比率

この2つを混同しないための決議声明がなされている<sup>5)</sup>。経産省「SI 単位等普及推進委員会」は、この第3回会議声明に逆行するだけでなく、今回の計量法の「全面 SI 化」とも矛盾する「質量、重さなど」の混用を推進する政策を打ち出している<sup>6)</sup>。この方針は、各関連省庁のみならずテレビ、新聞などマスコミ全体にも大きな影響を及ぼしている。例えば、NHK は「質量:kg」と報道していたのを「重さ:kg」に置き換え、また梶田氏のノーベル賞授賞を伝える報道では、

新聞各社はその1面トップの大見出しが「ニュートリノに重さ証明」や「ニュートリノに質量発見」などに分かれ、混用政策と科学用語の間で揺れている<sup>7)</sup>。またテレビで「ニュートリノの質量」と専門家が解説すると、これをみとがめたアナウンサーが「ニュートリノの重さ」とわざわざ言い直す。こうした場面を見て驚いた計量史の専門家が苦言を論評<sup>8)</sup>することまでみかけられるようになった。

「重さと質量」の学習途上の高校生は(潜在的には、多くの中学・大学生・再学習者の社会人も含め)このような経産省のダブルスタンダードな政策に直面し、「kg の用語」の意味は何か?という問いに対して、75%も「自信なし」と回答する同様の結果になっているのではないだろうか。

### 3. 「自信の有無」の分岐点

#### 3.1 「自信の有無」と[問 1-1]の正答率

それでは[問 1-2]において「自信あり」と答えた生徒は、[問 1-1]の「kg の意味」の混乱からまぬがれ、「自信なし」と答えた生徒だけがその混乱の渦中にあるのだろうか。また「自信あり」グループはどのようにして自信を獲得したのか、それを調査データから分析してみよう。

図 2 と図 3 は「kg の意味」の回答パターンを「自信の有無」別に分けて、グラフにしたものだ。

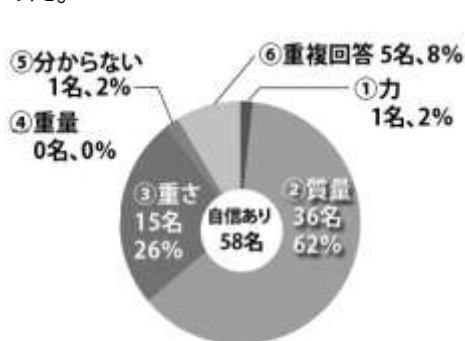


図2. 「自信あり」グループのkgの意味

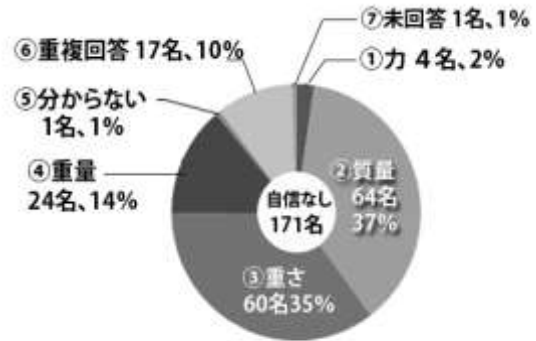


図3. 「自信なし」グループのkgの意味

「自信あり」グループは 58 名中で正答者は 36 名、同グループの正答率は 62% (36 名 / 58 名) である (図 2)。それに対して「自信なし」グループは 171 名中で、正答者が 64 名なので、同グループの正答率は 37% (64 名 / 171 名) である (図 3)。「自信あり」グループの正答率は「自信なし」グループのそれより 2 倍近く大きく、「自信」と「正答率」の間には、正の相関関係が推測される。

#### 3.2 「重量」という用語から見た自信の分岐点

次にその「自信あり」グループは「自信なし」グループの 2 倍程度の正答率をどのように獲得したのか、について考えてみよう。図2(自信あり)と図3(自信なし)のグラフを比較してみると「自信なし」グループの回答の内訳は「自信あり」より多様な回答で分散傾向が顕著である。特に「自信なし」グループでは「kg」に対応する用語として「④重量」を誤回答した生徒が 24 名 (14%) もいたのに対して「自信あり」グループでは、一人もいなかった。「重量」という用語は、中・高校理科(物理)の教科書ではほとんど使われていないが、総務省傘下の郵便局の小荷物表示をはじめ様々な省庁、テレビ、新聞などマスコミを通して日常生活ではよく使われている。

その原因は「計量法」の改正によって本来「質量」として使用されるはずの言葉が経産省の「混用政策」によって頻繁に「重量」という言葉にも置き換えられているからだろう。「自信あ

り」グループが「重量」という用語をまったく使わなかったのは、「質量、重さ、重量」などの言葉の定義のよりどころをもっぱら理科(物理)の教科書に限定したからであろう。「自信あり」グループには生活の中に侵入しつつある混用(kg:質量=重さ=重量)を排除する傾向がみられるとあってよいだろう。これに対して「自信なし」グループには、選択肢「③重量」などに限らず、それと組み合わせた様々な誤回答がみられる。それは教科書の記述に特別な優位性があるとはみなさず、教科書と同等に様々な生活情報も素直に受け入れ、その結果、論理的整合性を失って「自信なし」を選択せざるをえなくなったものと思われる。

このようなことから生徒は、何の混乱解決の糸口も持てない閉塞状況に滞留を余儀なくされ続けている。このとき、生徒の一群が目先の定期テストや受験対策のために教科書以外の情報を遮断する思考停止の行動をとるのは自然な流れとも言えるだろう。そして社会「生活」と「理科」は別世界であるとみなし、「自信あり」集団の一群が「kg の用語」について一定の正答率の成果をあげていったものと推測される。他方の「自信なし」グループの生徒は、「生活と理科あるいは科学」の用語が整合性をもたない現状に当惑し、判断を保留する生徒から自信喪失する生徒まで多様で複雑な状態に滞留しているのではないだろうか。

#### 4. 商品売買に使われている単位は何か？

##### 4. 1 [問4]の質問の趣旨

[問4]商品売買に使われている単位について、正しい内容だと思うものはどれですか。

- ①商品売買は、「質量」で行われている。
- ②商品売買は、「重さや重量」で行われている。
- ③商品売買は、将来「ニュートン」で行われるようになる。
- ④よく分からない。

[問4]では生徒に「kgの社会的役割の理解」について、質問している。[問1-1]のkg「用語」と[問4]kgの「はかるという社会的機能」の2つの問いに同時に正答した生徒を「kgの意味」を十分よく理解している状態とみなして分析を進めていく。そのために、まず以下では、[問1-1]で「kg」の用語を「質量」と正答した生徒たちが[問4]でどのような回答をしていったかを追跡していった。

##### 4. 2 [問1-1]の正答者は[問4]でどう回答したか？

[問1-1]で「質量」と正答した「自信あり」グループは36名であったが、そのうちで[問4]において商品売買の手段を「質量」と正答できたのは、4名に急減した。「自信あり」グループ全体からみた正答率は62%(36名/58名)から一気に7%(4名/58名)まで急減してし

まった(図4)。同様に[問1-1]で「質量」と正答した「自信なし」グループは64名であったが、[問4]において「質量」と正答できたのは10名で同様に急減した。「自信なし」グループ

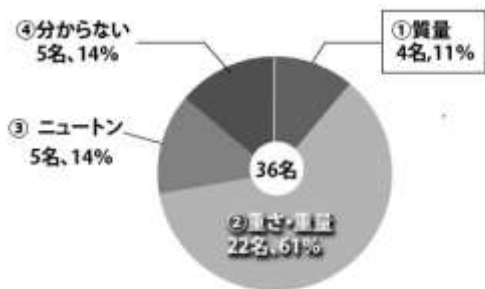


図4. 「自信あり」グループの正答者:  
(問1-1)36名→(問4)4名

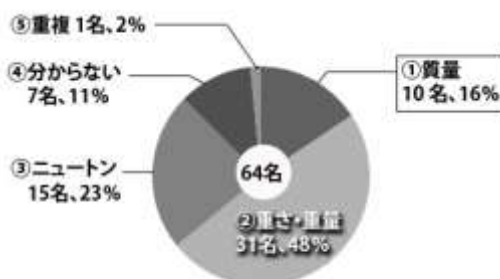


図5. 「自信なし」グループの正答者  
(問1-1)64名→(問4)10名

全体から見た正答率は36%(64名/17名)から一気に6%(10名/171名)まで急減した(図5)。「問1-1」と「問4」の同時正答者の比率が「自信あり、なし」にかかわらずいずれも6~7%まで急降下し、ほとんど差がなくなりました。問1(kgの意味)をよく理解していると判断された生徒たちは問4においては、「自信の有無」と「正答率」に相関関係はなくなったと見てよいだろう。そして「kgの意味」を十分よく理解していると推測される(問1)と(問4)の同時正答者が229名の中から14名(6%)だけ残った。では、彼ら(14名)は自信の有無とは無関係にこの混乱の閉塞状況の中で、どのようにして正答に到達したのだろうか。

#### 4.3 [問1-1]と[問4]の同時正答者のメタ認知情報

次に<[問1-1]と[問4]の「同時正答者」>(以下ではこれを単に「同時正答者」と略す。)の思考のプロセスを生徒自身が語る「メタ認知」情報から分析してみることにしよう。表2は、メタ認知情報を記入してくれた生徒21名の情報を大まかに分類した内訳である。

メタ認知情報の回答内訳 ( )内は同時正答者		
難しい、分からない、	その他	合計
18名(2名)	3名(0名)	21名(2名)

表2. メタ認知情報の回答内訳

表2によると「難しい、分からない」などと回答した18名の中には2名の「同時正答者」が含まれている。その2名のコメントには、どのように「正答」に到達したのかを推測させる興味深い内容が述べられているので紹介する。

- ・B:「あまりちゃんと理解していないです。」
- ・C:「分からないことだらけでした。」



○生徒 B は、「あまりちゃんと理解していません。」と控えめなコメントをしている。それに対して生徒 C は、「分からないことだらけでした。」と明確に自分の理解状況を伝えている。自分の思考過程をモニタリングし、その結果「分からないことだらけでした。」と真正面から率直に答えている。この2名のコメントには表面的な言葉遣いの違いはあるが、いずれも同じ理解状態といってよいだろう。2 人とも<いくら考えても>「分からない」だけでなく、<そのわからない理由もわからない>状態にあるとあってよいだろう。結局、この生徒たちは論理的整合性がとれない混乱の中で、自分の納得感を放棄して丸暗記したと告白しているものと思われる。

これは同時正答者 14 名中の 2 名だけのコメントではあるが、この理解不可能な混乱状態は、14 名全員にも共通している。そのため、残りの 12 名も B、C の生徒と同じことが発生していると推測できる。従って、同時正答者 14 名(6%)とそれ以外の誤答者 215 名(94%)の集団との間に、本質的な学力差が存在するとみなすことはできないだろう。そして本調査の結果は、生徒の「kg の意味」の理解について、ほぼ生徒全員が混乱状態の可能性が高いと推測される。

## 5. 法定計量単位は、kg か、N か？

### 5. 1 誤回答データの分析より

ここまで、正答者を中心に理解状況の分析をしてきた。その結論は生徒の「kg の意味」の理解については壊滅的状态と推測されたが、今度は誤回答のデータ分析から、その結論の妥当性を検証していくことにする。このとき使うデータは「自信の有無」でクロス集計する必要がない。そこで以下では[問 1-1]、[問 4]のデータを単純集計した図 6・図 7 のグラフを使って説明していくことにする。

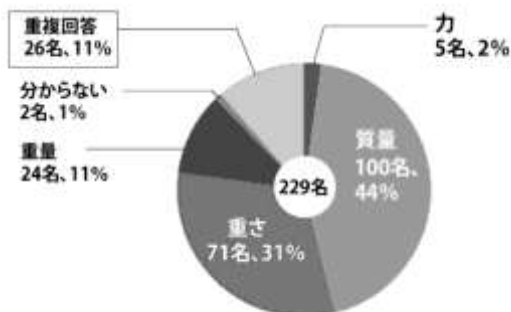


図 6. 問 1 - 1. kg の意味 (単純集計)

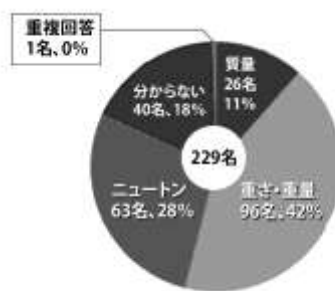


図 7. 問 4. 商品売買の用語は? (単純集計)

## 5.2 商品売買は、将来「ニュートン」になるという誤回答

図7をみると63名(28%)の生徒が[問4]「③商品売買は、将来ニュートンで行われるようになる」と回答している。計量法が施行され20年近くも経過している現在において、いまだにこういう誤解が生徒たちに広く存在し続けているのは、何故だろうか。

ここでその原因を論じるに先立って、今回の計量法の改正においては「重さ、重量」などの単位の異質な単位のシフトが起きていたことについて、簡単におさらいをしておきたい。今回の計量法の改正の核心は「全面SI化」なので当然「重さ、重量、力」は重力単位「kg重」からSI単位「N」へ移行する。これは同じ物理概念どうしでのわかりやすい移行であり、これをとりあえず「単位の平行移動」と呼んでおこう。

だが、商品売買の単位である「法定計量単位」の「重さ、重量」は、「重さ:kg重」から「重さ:N」へ「平行移動」をしなかった(正確には、できなかった)。この「法定計量単位」の移行は、「全面SI化」の路線をとったため「重さ・重量:kg重→質量:kg」というように異なった次元の単位「質量」へ「非平行移動」をせざるをえなかった。これが実は、今回の計量法改正の最大の問題点であったと思われる。このことに経産省のみならず文科省、マスコミ、教育関連団体まで沈黙してしまった。さらに理科や物理の教科書でも、もっぱら単純な「平行移動」のことしか説明しなかったため、多くの生徒が「商品売買の単位」も「重さ:kg重」から「重さ:N」へ「平行移動」するものと誤解していったものと思われる。

## 5.3 [問4]「④よく分からない」の選択者の急増

単純集計したデータ(図6)と(図7)のグラフを比較してみると、「よく分からない」を選択した生徒が229名中[問1-1]ではたった2名(1%)だったのが[問4]では40名(18%)に急増している。これは商品売買において「kg」という記号さえ使っていれば、「重さ=重量=荷重=質量」など対応する用語はどれでもよいという「混用政策」の影響をまともうけた生徒が、<「kg」という記号は、言葉で何ををはかっているのか。>と問われ、答えに窮してしまったからだろう。その変化の内訳を調べると「自信あり」グループでは、1名から7名に増加し、「自信なし」グループでは1名から33名に急増し、大きく揺れている。急増したその「自信なし」グループで「よく分からない」と回答した生徒から多くの「メタ認知」情報(コメント)が寄せられている。そして、そのコメントの内容のほとんどが、実は[問1-1]と[問4]の「同時正答者」(生徒B,C)のコメントとほぼ同じ内容である。表2の「難しい、分からない」と回答した18名の集団の中からその一部を以下に紹介し、それに対する筆者の解釈をつけ加えた。

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>○ E: 「全然わかりません。」</li><li>○ F: 「物理まったくわかりません。」</li></ul> |
|---|

生徒 E、F とも、[問 1-1]で「質量」を「重さ」と誤回答し、[問 4]では「よく分からない。」を選択している。生徒が「全然分かりません。まったく分かりません」と真正面から決然と言い切るこのコメントに筆者は少なからず驚いた。今まで、努力して解決できなかったことがほとんどなかっただろうこの生徒たちの学習履歴を考慮すれば、「質量、重さ、重量など」の定義が論理的に矛盾した使われ方をし、それによって混乱するなどというのは、かれらにとってはじめての信じがたい体験だろう。いずれのコメントも彼らが積み上げてきた自己教育力が通用しない事態に不信感をこめて「全然、納得がいかない。」と言っているともてよいだろう。6% (14 人)の「同時正答者」のみならず、それ以外の大多数の生徒も「全く分かりません。」と言い放つ不信感の原因は、「法定計量単位」に「非平行移動」が起きることについての隠蔽ともいえる経産省の混用政策、マスコミ、理科の教育関連学会の沈黙に起因しているといつてよいだろう。これらのことから、本調査の[問 4]の「kg の社会的機能」についてはそもそも生徒が理解できるための前提条件を手にしていなかったといってもよいだろう。

○J: 「とても興味深かったです。」

○H: 「物理が不安になるようなアンケートでした。」

生徒 J・H は、いずれも[問 1-1]で「重さ」、[問 1-2]で「自信なし」、[問 4]で「よく分からない」を回答している。いずれのコメントでも、納得がいかないことに加えて、自分がこれ以上傷つけないように警戒をし、距離をとりはじめている様子が伺える。質量概念を理解してしまった教師からみれば、何のこともないのと思うこのことは、生徒には絶壁のように見えている。

生徒のコメントを読み、すでに多くの読者は気づかれたと思うが、生徒 J・H だけでなく多くの生徒の不信感は、「質量、重さ、重量、など」の定義の混乱だけに向けて放たれているのではなく、同時に「物理」そのものに向けられていることに注意が必要だ。

## 6. 課題と提言

(1)「物理教育用語集」<sup>9)</sup>では、「重さ、重量」の意味は次のように述べられている。「重さ、重量(weight):単位 kgw、N(ニュートン)」と説明し、以下のように注で補足している。「(注)日常的には質量の意味に用いられることがある。」

大辞林などでは、「日常的には」の代わりに「俗に」と断って、重さ、重量が質量の意味に用いられることがある、とつけ加えている。

こうした俗な用法についてのコメントを除けば「重さ、重量」の意味は、「物理教育用語集」、「広辞苑」、「物理学事典」、「理化学事典」においても、用語の意味に何らの混乱もなく論理

的に一貫している。これは長年にわたる研究者・教師の膨大な試行錯誤の結果到達した共通のゴールである。また、生徒が将来科学的知見を築いていく上で享受すべき遺産でもある。

「質量と重さ」の教育が行われている現場ではどうだろうか。「教育技術」の世界では、教師は様々な比喻や譬え、俗なる表現、例示、実験などを駆使して生徒を納得させ、そのゴールを目ざして教壇に立っている。「教育技術」の世界ではこうした自由な教育の試みが許容されているが、それは、教師の使命が共通の科学用語というゴールを目指しているという前提が存在しているからである。ところが、経産省の推進している「混用政策」にはその前提が欠如し、「混用政策」そのものがゴールになっている。これは、現在行われている政策が「愚民政策」ではないか、と言われる理由でもある<sup>10)</sup>。

(2)SI 単位が、物理学の世界においては最も有能な単位である、という評価は周知の通りだろう。しかし、それが多様な人間が生活していく中心に位置する「法定計量単位」に対応できるほどオールマイティな単位であるかという点、そうではない。それは全く評価の次元が異なる問題である。科学者や技術者が対象を「測定」する行為と市民が生活の中でのものを「はかる」行為は、常に同じものとして扱えるとは限らない。計量物理学の専門家が目指す「全面SI化」には永年の夢と理想が満載されているだろうが、しかしそれを丸ごと詰め込もうとしているその法定計量単位という容器には多様な人間が生活しているナマの現実の社会がある。

多様な市民や次世代の理科の初学者である生徒からみれば、この「重さ・重量」が実在しない「質量」のみの「法定計量単位」のシステムは明らかに計量物理学の専門家集団の常識に偏ったものである。計量法が改正される以前の子供たちは、毎日の生活の中で「重さ」でものをはかる体験をし、その蓄積の上に難解な「質量」概念の学習に挑戦する場が公教育で与えられていた。それが現在では「重さ、重量」を商品売買の場から追放し、今度は「質量」を「重さ、重量」という言葉に読み替える手品のような「混用政策」で乗り切ろうとしている。「理科教育」と「国民のサイエンスリテラシー」を犠牲にした無謀な産業政策と言ってよいだろう。

もし、本当に「混乱」のない「混用」を望むのであれば、「SI 単位」と「重力単位」も「法定計量単位」としてともに認知し、2つの単位を併記するべきだろう。そして「質量:kg」と「重さ、重量:kg 重」を明確に区別し、国民にはいずれでも選択可能な混用政策をとるべきだろう。そしてこの<重さを使うか、質量を使うか>、という区別と選択の時代から、<重さと質量を一つの論理的な関係>として多くの国民がどちらでも理解できる時代を実現していかなければならない。それが21世紀の理科(物理)教育界の双肩にかかる課題でもあろう。

## (謝意)

本調査の実施・集計に多くの先生方から献身的な協力をいただきました。これがなければ本稿は存在しなかったと思います。また、この問題を続 KBGK(高校物理現代化研究会)で議論していただき、貴重な意見を伺うことができました。この場をお借りして深く皆様に感謝申し上げます。

## (引用文献)

1) 経産省・SI 単位等普及推進委員会:「新計量法と SI 化の進め方——重力単位系から国際単位系」(1999)

<http://www.meti.g.jp/topic/downloadfiles/e90608kj.pdf>

2) 森雄児『計量法改正がもたらした「重さ・重量・質量」の混乱』(物理教育、65-1, 2017,20-25)

3) 久保田 英慈「中学校新学習指導要領における力の単位についての悩み」(愛知産業大学三河中学校)(2001/01)

[http://www.tcpip.or.jp/~ekubota/rika\\_papers/curicuram.html](http://www.tcpip.or.jp/~ekubota/rika_papers/curicuram.html)

(現在は WEB 上から削除されている)

4) 市川伸一「メタ認知カウンセリング」(1993)p3

5) 計量研究所:国際単位系、日本規格協会(1998)p54

6) 経産省・SI 単位等普及推進委員会、同上

7) 朝日、毎日、読売、産経、日経の各新聞(2015 年 10 月 7 日付け)

8) 岩田重雄:質量と重さ(重量)の混用、計量計測データバンク(2007)

9) 大塚明朗他「物理教育用語集」、日本物理教育学会(1984)p62

10) 茂野博「地球科学分野における国際単位系(SI)の使用:問題点と解決策」(2004)地質ニュース 603 号、P33