# 査読結果

## 結論　　書き直し再査読

この論文で著者は、多価酸を用いた 1 価塩基の中和滴定が教科書・参考書に記載がないとして、1 価塩基を用いて多価酸を中和滴定した実験と、多価酸を用いて 1 価塩基を中和滴定した実験を行い、両者を比較評価した。その結果、両者とも、pKa（実験値）から作成した滴定曲線は、pKa（文献値）から作成した滴定曲線に十分近いものが得られ、信頼できることを明らかにした。また、各種イオンの分率の変化から各当量点における反応を明らかにした。さらに、滴定溶液体積と、被滴定溶液体積と当量点の現れる順番に一定の関係式が成り立つことを明らかにした。また、教科書にある「中和点」の用語法について、「当量点」が適切である、さらに「第 1」中和点あるいは「第 2」中和点という表現は生徒に混乱を招くという点で不適切であると主張した。

滴定という化学実験に最も基礎的な操作を取り上げ、新規の課題を設け、理科研究に取り組んだことには、独創性が認められる。しかし、不十分な新規性の説明、少ない実験回数、不適切な論文構成・文献引用、「生徒の理科」に適合しない内容を含むなど、多くの問題がある。そこで、「書き直し再査読」が適切である。

## 具体的な問題点と改善の方向

①研究の新規性の説明ができていない。この実験は、過去の生徒理科研究に照らして新規性があるか否か、参照文献に照らして新規性があるか否かが書かれていない。
「生徒の理科」の新規性に関する考え方は、「高校・中学のすべての理科教科書と参考書を超える新規性」、「これまでの生徒理科研究を超える新規性」、「参照したすべての文献の内容を超える新規性」のすべてを満たすものとしている。教科書と参考書だけを相手にしているわけではない。
②実験回数が書かれていない。一回のみの実験では pKa 値（実験値）について何も言えない。それぞれの実験について 10 回～20 回行い、得られた pKa 値を統計処理し、平均値と標準偏差を求め、t 検定により、文献値との有意差の仮説検定、1 価塩基を用いる滴定から求められた値と多価酸を用いる滴定から得られた値の有意差検定を行う必要がある。滴定により試料濃度を分析するという観点からは、多価酸を用いて NaOH 溶液を滴定した場合と、1 価酸を用いて NaOH 溶液を滴定した場合との比較も必要かもしれない。高濃度、中濃度、低濃度の NaOH 溶液を滴定し、求められる測定値（濃度）にどのような違いがでるか調べるとよい。
③「生徒の理科」には、多価酸（塩基）を用いた中和滴定と 1 価酸（塩基）を用いた中和滴定の比較についてのみを内容とする論文とすることを提案する。実験結果は、用語の変更の必要性を証明するものではない。そこで、用語の変更提案の部分は削除し、別の論文なり評論なりとして関係学会に教科書用語法の変更を提案・発表するのが適切である。「生徒の理科」は理科研究を行う生徒とそれを指導する教師が共同で書く理科研究論文のための論文誌である。学校教育における効果的な理科教育法を議論する

ための論文誌ではない。したがって、「生徒の理科」に相応しくない教師としての言い回しや、参考文献の情報をもとに教科書内容の適切性を議論するのは適切ではない。
④「結果」に書かれている、教科書等にも載っている一般情報のまとめは、短くまとめて「はじめに」にうつす。
⑤「要旨」をふさわしいものに変更する。「結論」のセクションは削除。「考察」をあらたに設け、この中に結論と、実験結果についての議論・考察を行う。「文献引用」が投稿規定に従っていない。本文中、引用文献欄を直す。

## 改善すべき個所の具体的な指摘（行は、査読原稿にある行番号）

### 要旨

1：要旨に「何を行い、何が分かったのか。」が書かれていない。実験の結果、用語変更の必要性が証明されたわけではない。

2：23-24 行　教科書・資料・大学入試で扱われるから重要だというのは非科学的である。真実は逆で、重要だから扱われるのである。書き換えるか、削除するか。滴定の学問的な意義（未知資料についてどのような情報を得ることができるか）は多くの教科書に書いてある。

3：24 行　その他　⇌、→、←の表記は論文内で定義しているので、要旨には用いない。言葉で説明する。

### はじめに

4：33－34 行　文献引用のしかたを変える。教科書（第一著者名ほか、出版年）というように。資料も同様に、資料（第一著者名ほか、出版年）

5：40－41 行　1 価の塩基で多価酸を点滴する中和曲線は資料（浜島書店）だけで他にはないのか。

6：52－53 行　「滴下するという滴定操作が当たり前のものであると生徒が理解してしまうことで、その操作を逆にするのは間違いであるという認識を持つ恐れがある」は削除または適切な表現に変える。既知濃度のものを滴定液にもちいて、未知濃度のものを分析するというのは実験装置として自然のことである。著者の疑問は「未知濃度のものを滴定液とすることができるか否か」なのか、それとも、「多価酸を滴定液とすることができるか否か」なのか、この 2 つは異なる疑問である。明確にすべきである。また、実験により確認する前に、教科書の記載が不十分で、参考文献 1）の記載が正しいと著者が考えるなら、この実験・研究は行う意味も必要もない。「生徒が---認識を持つ恐れがある」は、「生徒の理科」の趣旨に合わない。「生徒の理科」は、生徒理科研究の成果を発表するための論文誌で、理科教育法に関する論文誌ではない。

7：57ー58 行　なぜ、多価酸→1 価塩基の滴定曲線を明らかにすることが、中和滴定に関する適切な用語を検討するために必要なのか説明されていない。

8：文献引用のしかたを変える。　参考文献 1）ではなく、第一著者ほか（出版年）

9：教科書と資料以外に、参考文献が 7 編引用されているが、その文献内容を超える新規性がこの論文にあることが説明されていない。どんな新規性があるのか。「生徒の理科」投稿規定によれば、「チェ

ック・参照必須情報でない論文等の場合でも、その情報を研究に利用したときには論文に引用するとともに、引用情報とは区別しながら自らの研究・論文の新規性をのべます。すなわち、どんな場合にも自らの研究論文には参照・引用情報を超える新規性が必要です。」

10：この研究が、過去の生徒理科研究を超える新規性があることが、説明されていない。「生徒の理科」投稿規定によれば、「これまでに発表された生徒理科研究にはない内容であることです。これまでに発表された生徒理科研究の記録として、電子論文誌「生徒の理科」および日本学生科学賞受賞論文（読売新聞社）と理科研究論文集（受賞論文集、静岡県理科教育協議会）をチェック・参照必須情報とします」

**材料と方法**

11：81 行　引用法　「1)」を変更し、「～の方法」により、「～に従い」よりとする。出典は、(第一著者　出版年）とする。

12：Microsoft Excel ソルバー　がソフト名なら、「作者名」または製品の「会社名」を入れる。(作者名　発表年月日　文献のタイトル）または（会社名、所在地（市))。

**結果と考察**

13：102-165 行　一般的な説明で、この内容のどこに新規性があるのか説明されていない。この内容は、多くの教科書、参考書、参考文献に書かれていることで、教科書、参考書、過去の生徒理科研究、引用文献を超える新規性はない。短くまとめて、「はじめに」に移すのが適切。

14：104-108 行　引用を入れる。　教科書（引用)、資料（引用)、参考文献（引用）

15：104-111 行　用語を変更する必要性が説明されていない。表記が一般的という理由だけでは説明不足。科学用語は、科学を行う者の間の約束事なので、特に支障がなければ、すでに定義されている、だれにも意味の明瞭な用語を使うのが原則である。変更したほうが適切というなら、学会の用語検討委員会などに提案するとよい。ここでは削除が望ましい。

16：114 行　文献の引用方法を直す。

17：114-119 行　多くの教科書でも、中和が中性を意味するとはしていない。この内容の新規性はない。

18：121－128 行　多くの教科書に同様の記述があり、この内容に新規性はない。

19：129－140 行　多くの教科書に同様の記述があり、この内容に新規性はない。

20：141－151 行　多くの教科書に同様の記述があり、この内容に新規性はない。

21：152－165 行　多くの教科書に同様の記述があり、この内容に新規性はない。

22：166－178 行　本報では、「中和点」の用語を「当量点」と表記したとの説明があるが、「当量点」の定義を、現在の「中和点」の定義とはことなるとはしていないので、単に誤解の生じにくい用語法の問題である。科学における用語法は、科学における約束事（用語法）なので、用語の定義の変更を含まなければ、用語変更を各自が行うのは適切ではない。ましてや、生徒理科研究の対象ではない。必要なら、関係学会において「用語法」の再検討を提案し、議論を呼びかければよい。

**2. 実験調査**

32：181－189 行　参考文献と資料の引用を変更する。

33：189 行　「高校の実験室で行ったことを考慮しても」は削除。高校生が高校実験室で行ったことを卑下する必要はない。

34：189 行　実験は何回行ったのか。1 回だけなら、データとしては不十分。同じ滴定実験を 10 回～20 回行い、そこから求められる、pKa の実験値の（平均と標準偏差）をもとめ、さらに、文献値との比較は、ｔ検定で仮説検定すべきである。

35：199－204 行　参考文献と資料の引用を変更する。

36：199－204 行　この実験においても、同じ滴定実験を 10 回～20 回行い、そこから求められる、pKa の実験値の（平均と標準偏差）をもとめ、t 検定で文献値との一致を仮説検定すべきである。さらに、2 つの実験方法から得られる情報に差があるかないかを考察する。

37：222 行　10～20 回の実験結果をもとに、滴定溶液の体積と被滴定溶液の体積の関係のグラフを書き、比例直線近似できることを示すとよい。この関係式が新規であるというのは、どの範囲の既知情報を調べた結果新規なのか、調べた範囲を説明すべき。参考文献にもないのか。

38：224－229 行　この実験についても、同じ滴定実験を 10 回～20 回行い、そこから求められる、pKa の実験値の（平均と標準偏差）をもとめ、ｔ検定で文献値との一致を仮説検定すべきである。また、この実験と、182 行の実験から求められる pKa 値の一致をｔ検定で仮説検定すべきである。

39：232－234 行　「高校の実験室ーーーーが分かった。」は不要。削除。

40：240ー249 行　この実験についても、同じ滴定実験を 10 回～20 回行い、そこから求められる、pKa の実験値の（平均と標準偏差）をもとめ、ｔ検定で文献値との一致を仮説検定すべきである。また、実験 199－203 行と比較して、両者で実験値の平均に差があるか、ｔ検定で仮説検定すべきである。さらに、2 つの実験方法から得られる情報に差があるかないかを考察する。

41：255－262 行　10～20 回の実験結果をもとに、、滴定溶液の体積と被滴定溶液の体積の関係をしめす適当なグラフを書き、比例直線を表すとよい。

42: 滴定により試料濃度を分析するという観点からは、多価酸を用いて NaOH 溶液を滴定した場合と、１価酸を用いて NaOH 溶液を滴定した場合との比較も必要かもしれない。高濃度、中濃度、低濃度の NaOH 溶液を滴定し、求められる測定値（濃度）にどのような違いがでるか。やはり、10-20 回同じ実験を行い、統計的仮説検討を行う。

**3. 酸塩基滴定における表現方法の考察**

43：263－304 行　用語法の問題で、変更に新規性のある概念的な変更が含まれておらず、定義は同じで、単なる用語用の変更ではないのか。また、**2 実験調査**の結果から証明された新規の事実にもとづく提案ではなく、参考文献の表現と教科書の表現の違いを問題にしているだけのように見える。この論文とは別にして、学会等の用語検討委員会等に議論を提案するのが適切である。

**考察**

44：306－320 行　「生徒の理科」には結論のセクションはない。考察のセクションがあるので、その最初に、この研究で行ったことのまとめを書く。

45：317－320 行　この研究の当初の目的であった、多価酸（塩基）→１価塩基（酸）滴定と、１価塩基（酸）→多価酸（塩基）の滴定間の、滴定曲線、そこから得られるデータの比較検討が考察でなされていない。また、未知資料を分析するという立場から滴定をとらえた場合、多価酸（塩基）→と１価塩基（酸）→の、得られるデータの比較や取り扱いの便利さの比較考察もされていない。すなわち、この研究でどんな問題を提起し、実験によりそれにどのように答えのかが書かれていない。

46：滴定溶液の体積と被滴定溶液の体積の関係を示す式についても、ただ述べただけで、これが何を意味するのか。これら２つが比例する意味は何か、傾きは何を意味するのかなどの考察がない。

47：309－316 行　結論的には、用語法の議論は別のところに発表し、「生徒の理科」論文は、多価酸（塩基）→１価塩基（酸）滴定と、１価塩基（酸）→多価酸（塩基）の滴定の間の比較研究に絞るのが適切である。

**引用文献**

48：教科書、参考書をすべて文献として引用する。著者全員　出版年　教科書タイトル　出版社名

**図および表の説明**

49：表 1－2　統計量をもとめ、平均値と標準偏差をもとめ、平均値の有意差検定を行う。

50：滴定溶液の体積と被滴定溶液の体積の関係を示すグラフを作成し追加する。