

## 〔資料〕

### 理科の学習が「生活に役立つ」ことを実感させる

#### 授業のための事例の提案

～高等学校化学基礎「化学が拓く世界」・化学「人間生活の中の化学」から～

#### Examples for the Concept "Science Learning Gets Useful" in Chemistry Class of Upper Secondary School

藤井 郁哉<sup>1</sup> 森 優菜<sup>1</sup> 井村 日南野<sup>1</sup> 白水 優花里<sup>1</sup> 堤 貴洋<sup>1</sup> 西野 秀昭<sup>2</sup>

Fumiya FUJII Yuna MORI Hinano IMURA Yukari SHIROUZU Takahiro TSUTSUMI Hideaki NISHINO

福岡教育大学大学院教育学研究科・教育実践力開発コース<sup>1</sup>・教職実践ユニット<sup>2</sup>

(2023 年 1 月 31 日受理)

理科の学習内容は、生活に直接に役立つとは限らない。学習指導要領やその解説によると、その目標とする生徒達の未来の姿への成長に資するものになっていて、理科の学習はそのための手立てであることは論を待たない。しかし、理科の学習内容と生活との関連を様々掘り出していくことで、生徒達の興味・関心の向上や教師による理科の授業構築に役立つのではないかと考えた。その結果、新しい学習指導要領で求められているカリキュラム・マネジメントの視点からの授業改善にもつながり、教科・科目間の相乗効果としての効果の可能性も見出されると考えられた。そこで本資料では、パイロット（水先案内）的な取り組みとして、高校理科「化学基礎」における「化学が拓く世界」や、「化学」における「人間生活の中の化学」に通じると考えられる「凝固点降下」と日常生活との関連性を採り上げた。古くからの日本の伝統行事の中にも生かされている生活の知恵も含め、学習内容と生活との関係を掘り出した例を紹介する。

**キーワード：**高等学校、化学、凝固点降下、カリキュラム・マネジメント、加水分解酵素、日常生活

#### 1 はじめに

新しい高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説理科編理数編（文部科学省 2018）に基づいて書かれた新しい「化学基礎」の教科書では、これまでの教科書に比べて、高校生が学ぶ内容と日常生活との関連性を強く意識した記述となっている（例えば、「終章 化学が拓く世界」：小川 2022）。令和 5 年度には、年次進行で新しい「化学」（4 単位）の教科書が使われ始めるが、「化学基礎」と同様に日常生活との関連を意識した記述内容と

なる可能性が非常に高いと考えられる。そこで本資料では、両教科書の中でも最も日常生活との関連を強く意識すると考えられる高等学校理科の単元「化学が拓く世界（化学基礎）」と「人間生活の中の化学（化学）」の授業等に活用して頂く事を目的に、偶然の発見も含めて、日本の 1 次産業における「凝固点降下」の活用や、日本の伝統文化における利用例などを紹介する。これは、高等学校での化学科目の学習と他教科・他科目での学びとの繋がりを、カリキュラム・マネジメント（文部科学

省 2018) やカリマネ地図 (西野 2021 ; 森他 2022) の視点から明らかにし、高校生の深い学びに貢献する事を目的にしたものである。

ちなみに、「凝固点降下」とは、高等学校「化学」では、例えば、「溶媒に溶けた溶質の濃度が上がるにつれ、その溶液の凝固点が、純粋な溶媒に比べて明らかに下がる現象」と定義されている。

## 2 主に人工的に凝固点降下を活用している例 ～高等学校「化学」の教科書から～

以前の高等学校学習指導要領の下で書かれた化学の教科書 (井口他 2013a ; 井口他 2013b ; 齋籐他 2012 ; 竹内他 2013a ; 竹内他 2013b ; 辰巳他 2013 ; 山内他 2013) において、「凝固点降下」の実例として挙げている事象について精査した。その結果、表 1 のような応用例が挙げられていた。

表 1 凝固点降下の現象やその応用として高等学校化学の教科書に採り上げられている実際例

出版社	実際例
実教出版 (新編化学)	・ナフタレンのシクロヘキサン溶液 ・自動車のラジエーターの不凍液 ・食塩、塩化カルシウム(道路の凍結防止剤)
実教出版	・自動車のラジエーターの不凍液
啓林館	・水、ベンゼン、シクロヘキサン(溶媒におけるモル凝固点降下の表)
東京書籍	・塩化カルシウム(道路の凍結防止剤)
東京書籍 (新編化学)	・流水(オホーツク海) ・自動車のラジエーターの不凍液
数研出版	・自動車のラジエーターの不凍液 ・塩化カルシウム(道路の凍結防止剤)
第一学習社	・海水

日常生活との関連から言えば、不凍液や道路の凍結防止が実際例として採り上げられている。また、モル凝固点降下の数値等から溶質の分子量や式量を求める応用例も教科書には示されている。しかしこれらは、「化学」という理科学科の内側だけの実際例に留ま

ってしまっている。カリキュラム・マネジメント (文部科学省 2018) の視点から、他の理科学科科目や他教科と「凝固点降下」という自然現象との関係性も見出したい所である。

## 3 主に自然な現象として起こる凝固点降下を活用している例 ～農産物などから～

植物の葉にデンプンが溜まる夕方、午後 4 時頃に採取した植物 (図 1 では、ヨモギ) の葉のデンプンを、翌日調べるためにそのまま冷蔵庫に保存したところ、葉のデンプンが検出出来なくなった例が既に示されている (西野・前田 2011) (図 1、下の二つ)

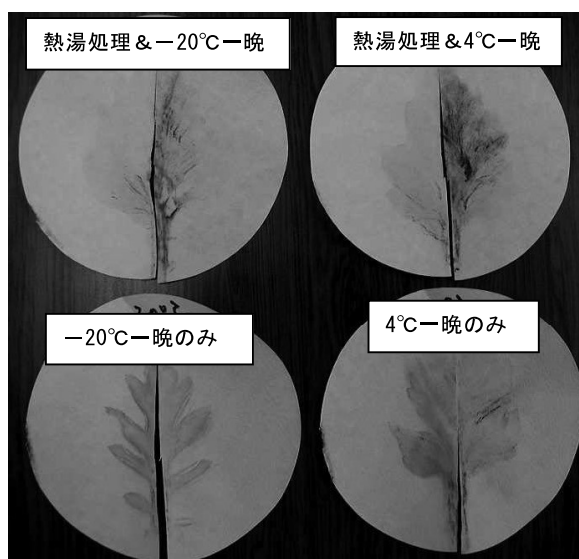


図 1 葉のデンプンを保存するには葉を熱湯処理してから冷蔵庫に保存する (西野・前田 2011 から引用・改変)

「熱湯処理」では、午後 4 時頃に葉を採取し、お茶パックに入れ、ポットの熱湯で処理してから家庭用の冷凍庫 (-20℃) や冷蔵庫 (4℃) で一晩保管した。「一晩のみ」では、お茶パックに入れた葉を熱湯処理せずにそのまま家庭用の冷凍庫や冷蔵庫で一晩保管した。翌日いずれも、お茶パックに入れたまま「たたき染め」を行い、中軸に沿ってろ紙にはさみを入れ、右半分のろ紙だけヨウ素デンプン反応を行った。

そこで同じ時刻頃に集めた葉を熱湯処理したところ、同じ保存条件でも葉のデンプンが検出されるようになった (図 1、上の二つの

ろ紙の右半分)。熱湯処理しなかった葉では、葉のデンプンが、低温に際しても酵素（アミラーゼやプロテイナーゼなどの加水分解酵素）によって消化されたと考えられることが、以下（1）～（5）の例からも考察可能である。即ち、低温下に置かれた葉が、単量体〔グルコース（ブドウ糖）やアミノ酸〕が脱水縮合した重合体であるデンプンやタンパク質を消化し、葉における溶質の濃度を上げて「凝固点降下」の現象を利用して低温に対抗し凍らないようにした結果、図1では葉のデンプンが検出出来なくなった、と考えられる。この時点で、高等学校理科の化学科目と生物科目が繋がった事になる。尚、甘みを感じる生体物質には、グルコースの他に、アミノ酸、例えばL-グリシンやL-アラニン等がある（味の素）。

### （1）信州の盆地の寒暖差が、甘みを増したリンゴを生み出す

信州、長野産のリンゴは甘さが特徴で、信州は蜜が入りやすい土地になっている（長野りんご）。日中の寒暖差が大きいのが信州長野の気候の特徴で、この寒暖差の大きさがおいしいリンゴを育てる環境になっている（長野りんご）。このように、図1で示したような、デンプンの分解による溶質濃度の上昇がリンゴ内で起こり、リンゴが自身を凍らないようにした結果、凝固点降下が起こるとともに、甘さが増したと推察できる。



図2 信州の美味しくて甘いリンゴの紹介（長野りんご通販ドットコム HP より引用）

（2）冷蔵庫に忘れられたジャガイモを食べてみたら、甘さが増していたことから地域の特産品にまでなった例 ～北海道・倶知安じゃが長期熟成プレミアムシリーズ「五四〇」～  
「新じゃが」の方が喜ばれる、その先入観を

変えたのが、北海道倶知安町で生産されている、倶知安じゃが長期熟成プレミアムシリーズ「五四〇」である（本間松蔵商店）。倉庫の隅で一年半眠っていたジャガイモを食べてみたら、ジャガイモじゃないのでは？と思うほど甘かった事から、先人の知恵も活かし、冬の間に積もった雪を活用して、秋に収穫したジャガイモを「雪室貯蔵」で温度変化をなるべく少なく保ち、貯蔵したら動かさず優しく眠らせるように540日熟成させる方法が開発された（本間松蔵商店）。その結果、「デンプンの糖化作用により、甘みの増加とコクが生まれ体験したことのない味わいが生まれ」（本間松蔵商店）る事になった。また、雪に閉ざされる冬期の農閑期に仕事も生み出す事となった（本間松蔵商店）。

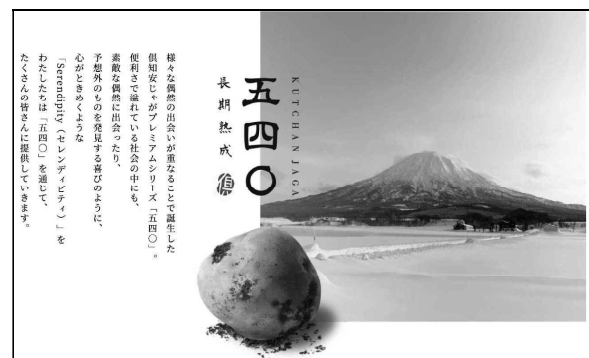


図3 北海道・倶知安じゃが長期熟成プレミアムシリーズ「五四〇」の紹介（本間松蔵商店 HP から引用）

（3）鹿児島垂水市うのばい産「つらさげ芋」はサツマイモを寒風にさらして甘くする

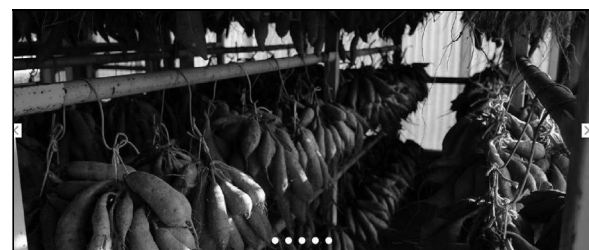


図4 つらさげ芋（つらさげの里うのばい HP より引用）

鹿児島県・桜島の南東に位置する垂水市の、標高550mの山間部の大野地区（現地では、「うのばい」と呼ぶ地区）では、高地での寒冷な気候を活かしてサツマイモを甘くして出荷して

いる（NHK2022）。サツマイモを収穫後、約一ヶ月寒風にさらして甘く仕上げた「つらさげ芋」は特に甘くおいしいとの評判を得ている（NHK2022）。これも、サツマイモにおける凝固点降下現象を利用したものと考えられる。

#### (4) 雪の下でも青々しているシャキシャキの越冬キャベツは甘い

越冬キャベツ、雪の下キャベツ、雪下キャベツ、雪中キャベツなど、生産地によって呼び方は様々である（雪に埋めれば甘み倍増）。雪国では冬は畑などが雪に覆われるため、野菜の生産をすることができない。しかし、越冬キャベツのような方法で野菜を保存しておけば、野菜を生産できない冬でも野菜を食べることができる（雪に埋めれば甘み倍増）。しかも、越冬キャベツを保存する雪の中の温度は 0℃前後で、湿度も程よく、キャベツを保存するのに適した環境なのである（雪に埋めれば甘み倍増）。また 0℃前後の寒さの中では、「キャベツは自分の身が凍結するのを防ぐために糖度を高め、細胞を守る」のである（雪に埋めれば甘み倍増）。そのため、越冬キャベツは新鮮さが保たれている上に、普通のキャベツより甘みがありおいしいとされている（雪に埋めれば甘み倍増）。



図5 越冬キャベツ(雪に埋めれば甘み倍増 HP より引用)

(5) 京都洛北・大原・三千院での初午（はつうま）大根焚き（だいこだき）に農家から寄進される大根は、農家の裏山に掘られた横穴「氷室（ひむろ）」に保管されている間に甘味を増す ～

#### 民間の伝統催事との関連～

「氷室（ひむろ）」は冷蔵庫が無い時代に、野菜を寝かしていた場所である（NHK オンデマンド）。辛いことで知られている桃山大根が、氷室に保管している間に甘くなる（NHK オンデマンド）。桃山大根などは、三千院の初午大根焚きに農家から提供される。前年の暮れに収穫し、氷室に保管されている間に凍らずに甘味も増す事が農家の間では知られている（NHK オンデマンド）。寄進された大根は、三千院で護摩供養され、大釜で炊いて参拝者に振る舞われる。一年の農作業が始まるこの時期に、五穀豊穡を祈り、併せて無病息災、開運招福を祈願するのである（NHK オンデマンド）。大根の甘みが増すことも、凝固点降下の現象であり、人々はその事を生活にうまく活用してきた事が推察される。



図6 大原・三千院初午大根焚き(大原観光保勝会 HP: 三千院「初午・大根焚き」より引用)

以上、紹介した甘みの正体は、特に解明されていないものもあるが、植物における重合体の加水分解の結果、凝固点降下現象に繋がった事の産物であることは間違いないであろう。

#### 4 考察

本資料で紹介した野菜や果物の「甘さ」の成分については、必ずしも科学的に実態が調べられているわけでは無いようである。そうであれば、「化学」の授業における探究学習での「甘さ」成分の解明も探究課題として採り上げることも出来るだろう。学校での「探



究」と科学者の「研究」には定義の違いがある。「探究」は結果が既に分かっている、科学者等による研究の過程を辿ることであり、一方「研究」は、これまで未解明の課題を様々試行錯誤しながら、時間がかかっても解明してゆく、正に科学者が行う未来を拓く仕事の事である。従って、本資料で採り上げた野菜や果物の甘み成分を調べることは、それが未解明であれば「探究」ではなく「研究」になり得ると考えられる。「探究」に留まらず、「研究」の方向へ誘うことが、高校生における理科の教育目標（文部科学省 2018）にも沿ったものに繋がるのではないかと期待されるところである。

また、カリキュラム・マネジメントの視点からは、化学という理科科目の内側に留まらず、1次産業との関わりなど、広く実生活や社会・環境等に話題を広げることができたことから、本資料で示した取り組みは、多角的・多面的に化学を学ぶ意義を高校生が理解しやすくなるよう、授業を構築する一助になるのではないかと考えられる。

## 5 まとめ

高等学校理科の「化学」の内側に留まっていた「凝固点降下」の実際例を、科目の外側に目を向けた実際例として本資料においていくつか発掘することができた。これらの実際例は、化学が実生活と密接に関わっていることへの実感を生徒に抱かせ、化学を学ぶ意欲を更にかき立てることに繋がるとともに、新しい高等学校学習指導要領の解説で求められている「カリキュラム・マネジメント」の実現に寄与するものと考えられる。即ち、教科・科目間の繋がりによる教育効果の相乗作用を具体化できる事例として授業の導入などに活用され得るとともに、更に他の教科・科目への波及効果も期待されるものと考えられる。

## 6 引用・参考文献

- ・味の素 HP：アミノ酸大百科 生活で役立つアミノ酸 食とアミノ酸  
<https://www.ajinomoto.co.jp/amino/lif>
- ・NHK うまいッ!HP：日本各地の食の魅力を再発見！生活を豊かにするお得情報も満載！「“つらさげ”で甘さ倍増 さつまいも〜鹿児島 垂水市〜」初回放送日：2022年12月5日  
<https://www.nhk.jp/p/umai/ts/P7R4N8K39M/episode/te/2NLP1ZLGP2/>（2023年1月31日アクセス）
- ・NHK オンデマンド、京都人の密かな愉しみ Blue 修行中「祝う春」、  
<https://www.nhk-ondemand.jp/program/P201600155100000/index.html>（2023年1月31日アクセス）
- ・本間松蔵商店 HP：北海道倶知安じゃが  
<http://www.kutchanjaga.com/540/>（2023年1月31日アクセス）
- ・井口洋夫他 15名：高等学校化学、58、2013a、実教出版
- ・井口洋夫他 7名：高等学校新編化学、47、2013b、実教出版
- ・森優菜他 4名：理科の学習が「生活に役立つ」ことを実感させる授業のための事例案〜小学校3年生理科「電気の通り道」から〜、福岡教育大学大学院教職実践専攻年報、第12号、347-350、2022
- ・文部科学省：高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説理科編理数編、2018、実教出版（「カリキュラム・マネジメント」はpp4-5、「理科の目標」はpp21-22）
- ・長野リンゴ 通販ドットコム：  
<https://www.nagano-ringo.com/>（2023年1月31日アクセス）
- ・西野秀昭：小学校理科教材と他教科間の学びのつながりを地図化するデータベース構築のパイロット研究、福岡教育大学紀要、第70号、第6分冊、9-13、2021
- ・西野秀昭・前田紗綾香：小学校理科「葉にでんぷんができること」の監察・実験の工夫と教員研修における評価、福岡教育大学教育実践研究、第19号、73-77、2011
- ・小川桂一郎他 55名：高等学校化学基礎、192-199、2022、東京書籍

- ・大原観光保勝会 HP: 2/10~2/13 三千院「初  
午・大根焚き」【2023】  
<https://kyoto-ohara-kankouhosyokai.net/>
- ・齋藤烈他 21 名: 高等学校化学、56、2012、  
啓林館
- ・竹内敬人他 17 名: 高等学校化学、51-53、  
2013a、東京書籍
- ・竹内敬人他 17 名: 高等学校新編化学、29-30、  
2013b、東京書籍
- ・辰巳敬他 13 名: 高等学校化学、74-75、2013、  
数研出版
- ・つらさげ芋の里のうばい HP:  
<https://turasato.thebase.in/>
- ・山内薫他 18 名、高等学校化学、55-57、2013、  
第一学習社
- ・雪に埋めれば甘み倍増 偶然から生まれた  
越冬キャベツ (北海道)  
<https://vegewel.com/ja/style/etto-cabbage-hokkaido/> (2023 年 1 月 31 日アクセス)

〔本資料内容に関する問合せ先〕

西野 秀昭 (にしの ひであき)

福岡教育大学・教職大学院

・教育実践力開発コース (理科)

〒811-4192 福岡県宗像市赤間文教町 1-1

福岡教育大学・自然科学教棟 303 室

Tel: 0940-35-1385

e-mai: [hideakin-atmark-fukuoka-edu.ac.jp](mailto:hideakin-atmark-fukuoka-edu.ac.jp)

(メールの場合は—atmark—を@に変えて下さい)