

科学技術と日本の将来

「教育現場における研究活動の意義とその可能性」

東京理科大学
理学部第1部 応用化学科 1年
手島 涼太

1. はじめに

「何か人のためになる材料、それも医療現場で必要とされる材料を創りたい」

このような想いが生じたのは高校3年生の時である。当時、化学に興味があった筆者は、中学・高校で1人の化学科教諭の指導のもと、人工イクラに用いられているアルギン酸について4年間実験的に研究していた。もしかしたら、このアルギン酸を医療の現場で使えるのではないか。そのような想いを胸に筆者は、高校の実験室で医療材料の研究に取り組んだ。本論文では、それら研究の概要と筆者の経験から考察する中学高校教育における研究活動の意義や未来の日本の科学技術への可能性について論ずる。

2. 新規創傷治療用ハイドロゲルへの可能性

筆者が研究していたアルギン酸ナトリウムやアルギン酸カリウムは、カルシウムイオンと接触して俊敏にゲル化する。これは、アルギン酸を構成するウロン酸の脱プロトン化したカルボキシ基とカルシウムイオンがイオン架橋を形成することによって生じるが、これが筆者の着眼点となった。「この俊敏な架橋反応を時間コントロールすることが出来れば、創傷部で直接ゲル化することで止血を促す創傷治療用ハイドロゲルとして応用できるのではないか。」

昨今、創傷部の早期回復を促す療法として湿潤療法が注目されている。創傷治療用ハイドロゲルとは、その療法に適した医療用ハイドロゲルであり、創傷部に密着し、湿潤状態を保つことで迅速な止血を促せる高分子材料である。実際にアルギン酸塩のゲル化反応を利用して、止血材として応用した事例は多くある。例えば、アルギネート創傷被覆材 ソーブサン（アルケア株式会社）やカルトスタット®（ConvaTec社）などがある[1, 2]。これらは、アルギン酸塩を主成分とする不繊維状のドレッシング材であり、滲出液中のナトリウムイオンと接触することでゲル化し、創傷部に湿潤環境を作り出すことで創傷治癒を促す。しかし、これらドレッシング材は創傷部を一時的に脱水するため、二次ドレッシング材を必要とする[3]。ゲル化時間の制御ができれば、ハイドロゲルを創傷部の場所や状態に合わせ、適切な治療が可能となる。また、複雑な形状の創傷部においてもハイドロゲルは有用性を発揮する。そこで、筆者はアルギン酸カルシウムのゲル化時間をコントロールし、創傷部の形状により形状変化する創傷治療用ハイドロゲルとしての利用を目的に開発を行った。

3. アルギン酸カルシウムを用いた非生体由来創傷治療用ハイドロゲルの開発

アルギン酸カルシウムを創傷部の形状によって形状変化する創傷治療用ハイドロゲルに応用するにあたって、アルギン酸カルシウムのゲル化時間をどのように制御するかが課題であった。医療現場での利用を目的とする場合、使用する化合物の生体適合性にも考慮する必要がある。そこで筆者は、反応条件を検討し、カルシウムイオンの供給元として炭酸カルシウムと、それを電離させる溶液として炭酸水を用いる新たなゲルの調製方法を考案した。この手法では、従来の手法よりも、ハイドロゲル内を酸性にしなくてすむ。医療現場で用いることを考えた場合、キレート剤などの添加化合物が少なく、pH変化も小さい本手法が適していると言える。このようにして筆者は、アルギン酸カルシウムを基材とした新たなハイドロゲル製剤の技術的知見を得ることに成功し、その基礎物性等について実験を実施した。それら成果は2018年12月25日付で科学・技術研究会の論文誌「科学・技術研究 Studies in Science and Technology」に原著論文として受理され、12月号に掲載された[4]。

4. 中学・高校における研究活動の意義とその可能性

ここで、中学・高校における研究活動の意義について、述べることにする。筆者の成果は、中学・高校における研究活動にあると言える。まず前提として、中学校や高校は研究機関ではなく、教育機関であり、先行研究や文献を調査できる体制や研究を指導できる体制は通常整えられていない。しかしながら、現在、学校現場にも生徒が自由に研究できる体制を整えつつある学校が存在する。文部科学省認定のSSH（スーパーサイエンスハイスクール）などはその一例であり、そのほか、大学と講義や設備を共有する高大連携など、生徒の研究活動を支援する学校が多くなっている。また、生徒の研究活動の成果を発表する場として、読売新聞社主催 日本学生科学賞や朝日新聞社主催 高校生科学技術チャレンジなど[5,6]、数多くのコンテストが開催されている。

では、学校現場で生徒の研究活動が推進される理由は何であろうか。まず教育現場における理科教育の目標について考えた。理科教育の目標は、「探究の過程を通して、知識を創造することのできる能力を養成すること」である[7]。そのためには直接自然の事物・現象と対峙させ自らの力で論理を組み立てていくような過程をたどらせなければならない[7]。このような能力は、従来の座学における理科授業のみでは望めない。そのため、国や文部科学省が事業を推進する前から、複数の現場教員らによって、生徒に課題を与え研究活動を促す取り組みが実施されていたことが報告されている[8]。生徒の研究活動は、理科教育の目的を考慮すると必要不可欠なものであった。しかしながら、このように知識を創造し、論理を組み立てて研究するには、一定の科学的な知識がなくてはならない。そのためにあるのが理科授業であると考えられる。通常理科授業に付随する実験授業は、理科授業で学習した内容について、自ら手を動かし確認する手法であり、研究活動とはその意味が大きく異なる。つまり、理科教育の本質的な目標は、座学による理科授業とそれら知識から、何かを創造あるいは探求する研究活動の2本の柱によって成し遂げられるものである。

このような教育が実施されれば、日本の科学技術は少なからず前進するのではないだろうか。もちろん、中学生や高校生のできる研究には、スケールの大きなものは望めないが、それら研究は独特の

視点で行われたものが多い。例えば、日本学生科学賞東京都審査会において最優秀賞を受賞した生徒の研究が、海外の学術論文誌に掲載された例もある[9]。この研究についても、彼が7歳の時にもった視点から発展しており、このような成果につながった。また、筆者の研究においても、開発の要であるゲル化時間の制御は、中学や高校の理科便覧に載っているような反応を応用したものであるが、その視点が評価され、学術論文誌に掲載されるに至った。これら、中学生や高校生の小さな視点が少なからず、学術的に意味をなす場合もある。また同時に、このような成功経験が生徒に与える教育的影響も大きいものであると考えられる。このような教育体制が整えば、少なからず未来の科学技術にプラスの影響があることが期待される。

5. 結論

本論文では、筆者が実施した高校における研究の概要とその経験から得た中学・高校における研究活動の意義と可能性について述べた。特に、中学・高校における理科教育は、座学における理科授業とそれら知識から、何かを創造する研究活動の2本の柱によって成し遂げられるものであると考える。中学・高校での研究活動の経験が、今後の生徒の将来に影響するだけでなく、その視点による研究成果が学術的な意味をなす場合もある。中学・高校での研究活動を支援する体制を整えることが未来の日本の科学技術の土台となると考える。

6. 参考文献

- [1] ソーブサン アルギネート創傷被覆材
http://www.alcare.co.jp/medical/product/pdf/catalog/cat_sorbsan-flat.pdf (閲覧日 2019.2.7)
- [2] PMDA 高度管理医療機器 二次治癒親水性ゲル化創傷被覆・保護材 JMDN コード: 43186003 カルトスタット
http://www.info.pmda.go.jp/downfiles/md/PDF/290278/290278_20400BZY01037000_A_01_01.pdf (閲覧日 2019.2.7)
- [3] S. Dhivya, V. V. Padma, E. Santhini : Wound dressings - a review, *Biomedicine*, 5(4), 24-28(2015).
- [4] 手島涼太・水野和浩 : アルギン酸カルシウムを用いた非生体由来創傷治療用ハイドロゲルの開発, *科学・技術研究*, 7(2), 133-137(2018).
- [5] 日本学生科学賞 ホームページ <https://event.yomiuri.co.jp/jssa/> (閲覧日 2019.2.7)
- [6] 高校生科学技術チャレンジ ホームページ <http://manabu.asahi.com/jsec/> (閲覧日 2019.2.7)
- [7] 安川礼子 : 「自由研究」を活用して科学的な思考力の向上を目指す理科教育の実践—自由研究で化学的に探求する能力を育成する—, <http://www.tokyo-np.co.jp/event/kyoiku/result/14/10.pdf> (閲覧日 2019.2.7)
- [8] 村上忠幸 : 課題研究 生徒の自発的研究活動を目指して, *化学と教育*, 45(12), 690-691(1997).
- [9] M. Masui, S. Satoh, K. Seto : Allorecognition behavior of slime mold plasmodium—*Physarum rigidum* slime sheath-mediated self-extension model, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 51 (2018) 284001 (8pp)