

## A-1

**ヨウ素を学び地域や世界に目を向ける**  
**—ヨウ素定量実験と輸出統計を使った文理融合教材の開発—**  
**Study of Iodide Aiming to Think about Local Area and the World**  
**- Development of Interdisciplinary Teaching Material for High School Students -**

井上 みどり<sup>1</sup>

Midori Inoue

Abstract: Interdisciplinary teaching material about iodine and iodide ion was developed for high school students. This teaching material consisted of quantitation experiments of iodide ion with brine and group discussion using statistical data. Iodide is familiar to students as iodide-starch reaction. In addition to that, iodine is made from brain which is specialty of Chiba Pref. and is important material to prevent diseases from iodine deficiency which are troublesome in the world especially for poor children. Therefore, this teaching material is useful for all students to develop basic science skill and study local area and the world in spite of students' interest.

**1. はじめに**

理科好きの小学生は多いが、中高生になると理科嫌が増える。この原因は中学理科・高校化学では原子や分子、結合など理論的な事柄が多く実感しにくいことや、モル計算や濃度計算が複雑なためである。身近にある材料、たとえば、乳酸菌飲料を使い乳酸を定量する実験を行うと興味を持つ生徒が多い。

ヨウ素は日本が世界第2位の生産量を持つ物質であり、日本の国際貢献に大きく寄与している。ヨウ素はかん水を原料としており、かん水は千葉県の特産物の一つである。

本研究は、かん水などの実試料を用いたヨウ素定量実験を高校生向けに開発するものであり、開発された実験教材は、化学の学習効果を高めるだけでなく、地元地域の特性や日本の国際貢献など人文科学も学べる文理融合型の新しい教材といえ、その教育的・社会的意義は大きい。

**2. 授業用資料・試薬及び装置**

授業用資料：

白地図・日本のヨウ素輸出国統計資料・ヨウ素欠乏症罹患患者国別資料

定量実験用試薬・器具：

ヨウ化物イオン標準溶液：特級ヨウ化カリウムを各濃度に希釈した。

ヨウ化カリウム水溶液 (0.5M)：特級ヨウ化カリウム 20.75 g をイオン交換水で 250 ml にする。冷蔵庫に保管する。

過酸化水素水 (3%)：特級過酸化水素水をイオン交換水で希釈する。

ヘキササン：分光分析用ヘキササン (和光純薬工業製)

分液ロート：テフロンコック付容量 50 ml のもので脚を短くする

振とう機：タイテック ストロングシェーカー

分光光度計：紫外可視分光光度計 UV-1800 島津製作所

**3. 文理融合型授業**

理系分野では化学で学んだハロゲンの性質をかん水の定量実験で確かめさせる。次に文系分野では、千葉県で実験に用いたかん水が多く産出し、ヨウ素が生産されていることを教える。白地図を用いて日本のヨウ素輸出国統計とヨウ素欠乏症罹患患者の統計資料を重ねて記載させ、ヨウ素輸入国とヨウ素欠乏症罹患地域の関係を生徒間で議論させる。さらに保健衛生面からヨウ素が欠乏すると甲状腺疾病とその後の学習障害を発症することを教え、日本における国際貢献を考えさせる。

**4. 定量実験**

10 ppm 以下ヨウ化物イオンを含む試料溶液 10 ml を分液ロートに採り、4.5 M 硫酸 1 ml 及び 3% 過酸化水素水 1 ml を加えて混合し 5 分間放置する。ヘキササン 5 ml を加えて振とう機で 30 秒間振り混ぜる。静置後、水層をビーカーに捨てる。0.05 M 硫酸 5 ml を加えて 30 秒間振り混ぜてヘキササン層を洗浄する。次に硫酸層をビーカーに捨てる。残ったヘキササン層を別の分液ロートに移す。分液ロートの脚の部分に水滴がたまることがあるので十分注意する。0.5 M ヨウ化カリウム水溶液 10 ml を加え 30 秒間振り混ぜる。約 5 分静置後水層を 1 cm の石英セルに入れ、水を対照液として波長 350 nm で吸光度を測定する。

1：日大・習高・教諭

既報<sup>[1]</sup>においては四塩化炭素を抽出溶媒として用いたが四塩化炭素は毒性が強いため本教材ではヘキサンに変更した。ヘキサンは密度が水より小さいために上層になる。また、ヘキサンは水への溶解度が 0.0013 g/100 mL (20 °C) であり、四塩化炭素の水への溶解度 0.08 g/100 mL (20 °C) より小さく水層が混入しにくい利点がある。

実試料のかん水には 100ppm 前後のヨウ化物イオンが含まれるので 20 倍に希釈した。そのほかかん水には 18,000ppm 以上塩化物イオン、120ppm 以上の臭化物イオンを含んでいるが、共存イオンの影響としては塩化物イオン 2000ppm、臭化物イオン 50ppm 共存しても影響がないことが確かめられているので、かん水を 20 倍に希釈することで塩化物イオン、臭化物イオンの影響はなくなる。

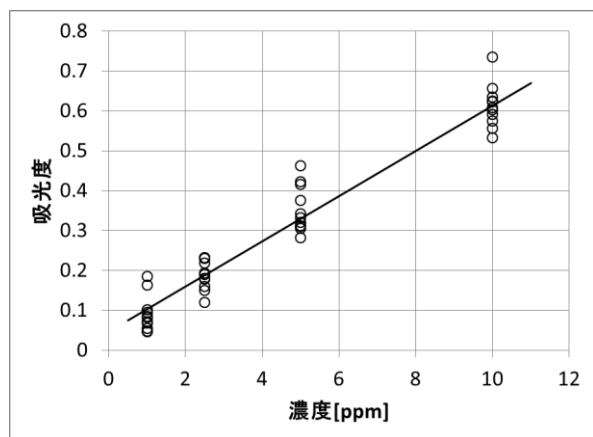


Figure 1. Calibration curve of iodide

### 5. ヨウ素統計資料を使った授業

白地図上に輸出国を記載させ、国別産業統計資料を使いヨウ素の利用目的を考えさせる。2017 年に日本からヨウ素を輸出した相手は 20 ケ国になる。輸出額 106 億円のうち、1 位ノルウェー 20.3%、2 位中国 18.8%、3 位インド 14.1%、4 位米国 10.5%である。これら上位 4 つで全体の 6 割以上を占める。用途はヨウ素欠乏症予防の添加塩のみならず X 線の遮蔽効果・高い反応性・殺菌性を用い、造影剤・殺菌防かび剤・工業用触媒・医薬品・液晶関連・安定剤・試料添加・除草剤などに利用されている。次にヨウ素欠乏症罹患者の統計資料を重ねて記載させ、なぜヨウ素欠乏が起こるか、地域の特性を議論させる。

世界で 16 億人がヨウ素欠乏症の危険性がある。白地図上の作業によってアルプス・ヒマラヤ・アンデスな

どの山岳地帯の氷河によって表土が削り取られた地域やバングラディッシュにみられるような大雨・洪水の多い地域で土壤中のヨードが流されるところが、食物中のヨウ素が少なくなる地域であることに気が付かせる。1990 年初期に米国やカナダをはじめとする 70 か国以上でヨウ素添加プログラムが実施され北米と南米は 90%、欧州及び東地中海地域では 50%と世界の 70%の家庭でヨウ素添加食塩を利用している。欧米はヨウ素添加食塩の摂取で解決したが発展途上国を中心に対策が遅れている国がいまだに存在する。そこで千葉県ではヨウ素工業会と協力してモンゴル・カンボジア・スリランカにヨード支援事業を行っていることを教える。

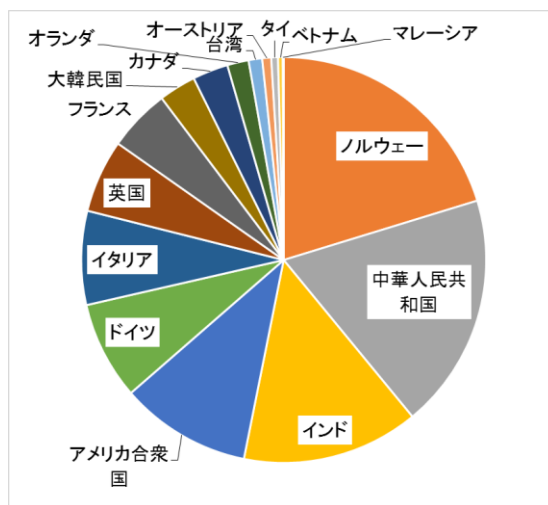


Figure 2. Export volume of iodine

### 6. まとめ

かん水からヨウ素を定量し日本の貴重な鉱物資源であることを学ばせる。飽食と肥満に蝕まれる人々がいる一方で飢餓に苦しむヨウ素欠乏症のような簡単に防げる微量栄養素欠乏症に苦しむ子供がいることを学ばせ、世界に広く目を向け日本の役割を考えさせる。

本研究は JSPS 科研費 JP18H00213 の助成を受けたものです。

### 7. 参考文献

- [1]内海諭, 小高みどり, 磯崎昭徳:「三ヨウ化物イオンの生成を利用する微量ヨウ化物イオン及び臭化物イオンの吸光光度定量」, 分析化学, Vol.34, pp.81, 1985
- [2] 海宝龍夫:「トコトンやさしいヨウ素の本」, 日刊工業新聞社, 2015.
- [3] 厚生労働省「総合医療」情報発信サイト