

目次

1. まえがき	3
森羅万象は全て混ざり物.....	3
NON-JAPA と HON-JAPA.....	4
2. 純と不純の境目	7
感度以下の存在は無.....	7
人工甘味料は砂糖の代用品	9
不純物の量に比例する種々の性質.....	11
糖度は甘さの目安に過ぎない指標.....	14
宇宙を形作る全原子数は無量大数.....	16
不純物の濃度が 1 涅槃寂静で絶対的な純粋.....	18
3. 神のみぞ知る純の限界	22
純と不純を調べる分析法.....	22
宝飾品のようなメートル原器.....	24
純水の作り方.....	29
最少検出限界は質量分析計で.....	32
僅か 170 個の分子に感じる雌の蚕蛾の魅力.....	35
4. 純な世界を目指して	38
温度で変わる空気中の水蒸気量.....	38
水の中の水素イオンと水酸イオン	42
水と油の中を右往左往する不純物.....	44
再結晶は純の世界への王道.....	47
クロマトグラフィーは純の世界への近道.....	49
5. 純物質の性質の足し算に必ずしもなりえない混合物の性質.....	51
性質を引き算にする緩衝溶液.....	51
貧者の黄金.....	53
0℃では凍らない海の水.....	54
水に加えても体積の増えない硫酸.....	58
6. 主役を務める不純物	61
麻薬と危険ドラッグ	61
ギネスブックが猛毒と認めたダイオキシン	63

食べ続けても安心な ADI 基準.....	67
色の不純物は即是空.....	70
金属原子の整然とした秩序を乱す不純物.....	73
不純物により変わる半導体素子の性能.....	76
身の回りで出続ける放射線.....	79
内と外からの放射線に曝されている身体.....	82
原爆と原発は一字違いの同じ仲間.....	85
甲状腺に蓄積し易いヨウ素の放射性同位元素.....	89
7. 種々の現れ方をする不純物の性質.....	91
食い合わせもある物質同士の間柄.....	91
目立ちたがり屋の性質を利用する分析.....	93
数に対する古代中国の思想の奥深さ.....	96
索引.....	99

1. まえがき

森羅万象は全て混ざり物

地球をはじめとして宇宙を構成している万物は非常に多くの分子やイオンの集合によってできているという考えを現代の自然科学では基礎にしています。集合する仕方が異なれば水と氷のように同じ分子が集合した物質でも非常に異なる性質を示しますから、分子の集合の仕方により物質はそれぞれ個性のある性質や機能を示します。しかも、この物質の性質や機能が組み合わされて、万物は複雑な性質や機能をかもし出しています。このように物質の、そして万物のもとになる分子やイオンは種々の原子が強い力で結び付いて形作られています。それらの原子の結び付きの違いにより異なる性質や機能を示す 5000 種類以上の分子やイオンが現在までに調べられています。膨大な種類の分子やイオンを構成している原子は自然界にわずかに 90 種類しか存在していません。さらに、これらの原子は中性子と陽子と電子の 3 種の粒子が極めて大きなエネルギーで結び付けられてできています。これらの関係をまとめますと中性子と陽子と電子の 3 種の粒子が集合して地球上の万物が作り出されており、その 3 種の粒子の集合の仕方により万物の性質や機能が発現していると考えることができます。古く中国では、火と水と木と金と土の 5 種の物からできているという五行思想で森羅万象を考えていましたが、現代の自然科学の考え方は三行思想と表現することも出来るように思います。

当然、この 3 種の粒子の集合の仕方が変化すれば、原子やイオンが変わりますからその性質が変化しますし、原子やイオンの集合の仕方が変化すれば分子の性質や機能も変化します。分子やイオンの集合の仕方が変化すれば物質の性質や機能も変化しますし、物質の性質や機能も変化すれば万物の組織や性質や機能も変化します。このような種々の段階の変化の中で、中性子と陽子と電子の 3 種の粒子の間の変化は非常に大きなエネルギーの変化を伴いますから極めて限られています。同じように陽子と中性子の集合の変化による原子の種類の変化も特定の場合に限られています。原子を結び付けている結合の組み替える変化を化学反応と呼んでいます。その結合の強さは 50~150kcal/mol ですから、150℃程度の加熱あるいは紫外線の照射により化学反応が容易に進行します。この場合にも分子を構成する原子の種類も結合の仕方も変化しますから、物質が変化し万物の組織や機能も変化します。しかも、普遍的に地球上に存在する水や空気がこれらの種々の変化に時として関与しますから、地球上の万物は時を経ることにより次第に変化し、その組織や機能や性質を変化させてゆきます。さらに、分子が集合して形作られている物質も時間の経過や環境の変化により集合の仕方を変えてより安定な状態になりますから、物質の組織や機能も変化します。

水や蛋白質や脂質など約 5000 種類の物質が複雑に絡み合って細胞が形作られ、多くの細胞で構成されている五臓六腑など種々の器官の働きで人間は生きています。この人間が地球上ではただ一人で生きてゆけませんから、家族は身を寄せ合って暮らし、争い合

と比較してあまり差がないように思います。髪と瞳が黒く日本語を喋る人を日本人と定義すれば日本国内における日本人の純度も変化します。総力士数あるいは日本の総人口などの母体集団が同じであっても、定義する項目が異なればその純度は変化してしまいます。

人間の胃の中はかなり強い酸性に整えられていますから、炭酸カルシウムを多く含む水を飲むと酸の中和反応が起こり、酸性度は下がってしまいます。当然胃の機能が低下して多くの人は消化不良を起こしてしまいます。日本は火山国ですから、あまり炭酸カルシウムの溶け込んだ地下水が湧き出しておりませんが、石灰石を主体とした地殻に覆われているヨーロッパでは炭酸カルシウムを多量に含む地下水が各地に湧き出しています。ヨーロッパの旅行中に多くの日本人が消化不良を起こしますが、高い濃度で炭酸カルシウムの溶けた生水を飲んでしまったことがしばしば原因となっています。反対に、胃酸過多の症状を持つ人にとっては胃の機能を向上させる働きを持ちますから、炭酸カルシウムの多く溶けた水をクスリのように飲用します。また、多少炭酸カルシウムを含む水はお茶の味を引き立たせると云われて昔から日本でも珍重されています。このように炭酸カルシウムの濃度が飲み水の品質に大きく影響を与えていますから、水中に含まれる炭酸カルシウムの濃度 (mg/L) を硬度として表しています。日本では水の硬度が 100 mg/L 以下を軟水、220 mg/L 以上を硬水として定義しています。著者は永年軟水に慣れ親しんできたこともあって、余り硬度の高い水を好みませんが、ヨーロッパの人は硬度が高く二酸化炭素を多く含む水をミネラルウォーターと呼んで珍重しています。ちなみに、泡が出るほどに二酸化炭素を含んでいる水を炭酸水（英語では Carbonated Water）と呼んでいます。

日本国内には水道法という法律が施行されており、上水道に供給する水の水質基準が詳細に規定されています。これにより、供給される水は種々の毒性物質や病原生物、異常な味や臭いから汚染されていないことが義務付けられていますが、その第 2 項には衛生上の措置として給水の残留塩素を遊離残留塩素として 0.1mg/L 以上保持するよう規定しています。当然供給元から近い末端と遠い末端では単体塩素の消費される量が異なりますから、必要量以上に単体塩素が注入され、残留することになります。このようにして残留した単体塩素は水道水の特異な悪臭の原因になるばかりでなく、大気中に拡散してゆきます。

酸素原子に 2 個の水素原子が結合した H_2O の分子式を持つ分子を水と呼んでいます。硬水には水に 220 mg/L 以上の炭酸カルシウムを含んでいますから、水の純度は 99.978% 以下と考えることができ、軟水は 99.99% 以上の水の純度を持つと考えることができます。水道法による水質基準では水道水は日常生活に支障のない程度には純粋の水ですが、水の純度が 99.99999% 以下ですから決して純粋の水ではありません。概念的には純度が 100% の物質を純物質といい、物質に含まれる純物質以外の成分を不純物といいます。硬水も軟水も水道水も 100% より低い純度の水ですから純物質ではなく、炭酸カルシウムや単体塩素が不純物として含まれていることになります。

中性子と陽子と電子の 3 種の粒子が複雑に集まって自然界も社会も全て出来上がっています。当然、3 種の粒子の性質を基に原子はそれぞれ種々の性質や特性を示します。多

くの原子で構成されている分子はそれぞれの原子の性質が影響しあって総合的に分子の性質を醸し出しています。さらに、種々の分子が集合して形作られる物質はそれぞれの分子の性質の総合した性質を示します。化学が種々の物質の性質を調べて日常生活に役立てることを目的とする学問ですから、化学者は3種の粒子や原子や分子の個々の性質を解明し、それらの性質の互いの影響の仕方などを調べてきました。原子や分子を純粋な形にして、その性質や特性を明らかにすることが化学の基本の手段・方法の一つとなりますし、それらの純粋な原子や分子が互いに影響する仕方を解析することが次なる化学の基本の手段・方法となります。

本書では**純物質**の概念を改めて考え直し、化学の基本的な手段・方法により得られている知識や過去の成果を基にして、純物質に対する**不純物**の影響の仕方を独善的に考えてゆこうと思います。日常生活を取り巻く種々の物質の純度と不純物の関わり方を考え、何か一つでも化学の研究や教育に役立つものが見つけ出せば良いと思っております。また、物質の純度と不純物の関わりを考えることで日常生活を豊かにする助けになれば、本書はさらなる意義を持つことになると思われます。