

氏名

略称で結構です。記録を取らせていただきますのでご記入下さい。

今日のテーマは、「水とは何か」「科学とは何か」を考え直してみることです。

具体的には、「水」についてさまざまな角度から考え直すのに、三つの活動を行います。

- (1) 「さまざまな角度」の一つを分担して、分担部分のエキスパートになる活動
 - (2) 調べたことを交換し「水」や「科学」について議論する活動
 - (3) 議論の結果を全体で持ち寄って、討論する活動
- (1) をエキスパート活動、(2) をジグソー活動、(3) をクロス・トークと呼びます。

最初に、ウォーム・アップ

1. 「水」と聞いて、何を連想しますか？思いつくことを書いてください。単語でも、文章でも結構です。

川、海、水道、雨 H₂O、水曜日、花、木、植物、魚

水の流し。

水くさい

~~水~~

散水。

2. 「グループ活動」と聞いて、何を連想しますか？思いつくことを書いてください。

「水」の認識の歴史—自然哲学から科学へ—

● 人間と自然学

人間は昔から、自然についての知識を集めてきました。私たちが日常生活において困った状況に出くわしたとき、昔の人が経験によって得た知識が蓄積されていればとても助かります。そこで、文字によって記録を残す以前から、人間は自然についてある程度の知識を集め、受けついできました。文字が発明されると、それらの知識の量は増え、範囲も広がりました。四大文明発祥の地であるエジプトやメソポタミアでは、気象や天体についての知識が多く蓄積されました。ただしそれらは、バラバラな自然の事物や現象の性質や効能を明らかにするだけにとどまっていた。

バラバラな知識を体系化する試みを始めたのは、エジプトから自然についての知識を学んだ古代ギリシャの人々でした。古代ギリシャの人々は、「自然の事物のすべてに通じる根本的な原理・法則」を見つけ出そうとする〈自然哲学〉を生み出しました。最初に〈自然哲学〉のまとまった議論を展開して見せたのは、ターレス(前 640 頃～前 546 頃)という人です。ターレスは「この世は神がつくった」という神話を否定し、「この世は、実在する物質の運動・変化によってつくられている」と考えました。 Start

● 「万物の根源は水」か—自然哲学の始祖 ターレス

考察の結果、ターレスは「万物の根源は水であるにちがいない」という結論に達しました。「水がその姿をいろいろに変えることによって、この世のすべての事物が生じるに違いない」とターレスは考えたのです。

こう言うと、「〈自然哲学〉はいいけど、この世界の根源的な物質が水だというのは途方もない妄想ではないか」と思う人もいることでしょう。でも、本当にそうでしょうか。ターレスがなぜこのように考えたのかを示す記録はほとんど残っていないので、のちの人の記録などを手がかりにさぐるしかありませんが、すこし想像してみたらどうでしょう。現在からしたら突拍子もないように見える考えでも、それなりに理由があるのかもしれません。

まず動植物について考えてみます。畑でも、野菜は水だけを与えれば育っていきます。空気中や土壌から見えない栄養を取り入れる可能性を考えられなければ、「植物は水が変化してできたのだ」と考えてもおかしくないでしょう。実際、17世紀前半のオランダの学者ファン・ヘルモント(1577～1644)は〈柳の実験〉を行って、「植物が水からできている」と証明してみせました。彼はまず、植木鉢に土を入れて重さをはかり、そこに 2.3kg の柳の苗木を植えました。

氏名

それから柳に水だけを与えて育てました。5年後、柳は成長し、その重さは 76.7kg にもなりました。にもかかわらず土の量はわずか 60g しか減少していませんでした。そこで彼は、「74.4kg の柳は水が変化してできたのだ」と結論づけたのです。ターレスの時代はヘルモントより 2000 年以上昔ですから、「植物が水からできている」と考えても不思議はありません。動物や人間は、直接・間接にその植物を食べて生きているので、「動物や人間も、水からできている」と言えることとなります。

それなら、岩石や土についてはどうでしょうか。これには「大地は水の上に浮かんでいる」というターレスの考えが手がかりになると思われます。おそらくターレスは「地面を深く掘ると水が湧き出てくる」ということから、大地が水の上に浮かんでおり、大地は水の変化したものと考えたのでしょう。実際、石のなかには、水が変化してできたように見えるものもあります。水晶です。水晶を意味する英語“crystal”は、〈氷のような鉱物〉を意味する古フランス語に由来します。また、日本や中国でも水晶は「古い水が変化したもの」と考えており、そのために「水(の結)晶」という名がついたのです。「氷は温度が上がれば溶ける」ことを知っていても、「大地の深いところでじっくり凍った氷はなかなかとけないのだ」と昔の人々は考えました。上で紹介したヘルモントも、水晶を水の結晶と考えていたひとりでした。ターレスも、水晶のような鉱物の存在を、岩石や土も水からできているという証拠だと考えていたとしてもおかしくないでしょう。

こうして想像してみると、「この世界の根源的な物質が水だ」というターレスの考えは、事実に基づいたそれなりに合理的な考えだと思えてきませんか。

● 四元素説、五行説における水

しかしやはり、ターレスの考え方には強引なところもありました。そこで、古代ギリシャの学者たちは「万物の根源」について議論を戦わせ、そのうちに〈水・空気・火・土〉の4つを万物の根源とする「四元素説」にたどりつきました。この四元素説は18世紀末にフランスの科学者ラヴォアジエが今日の元素説の基礎をつくるまでヨーロッパの人々の自然観の基礎となりました。さらに四元素説はインドの仏教思想にも影響を及ぼしました。仏教では〈地・水・火・風〉を「四大」と呼び、万物の根源とみなしました。この考えは、仏教とともに古くから日本に伝わっています。また、古代中国では〈木・火・土・金・水〉の五つの元素の移り変わりによって世界がなりたっているとする「五行説」が定説となりました。これも古くから日本に伝わっていました。

それなら昔の日本人は、「水」についてどのような知識をもっていたのでし

ようか。明治維新によって科学を全面的に受け入れる以前、日本の知識人は、うえにあげた「五行説」の発展形である「陰陽五行説」、すなわち「この宇宙は陰と陽の対立と五行の移り変わりによってうごいていく」という考え方に基づいて自然を認識しようとしていました。その結果、江戸時代後期までには、「気象変化と水」といった問題については、詳しい知識がかなり普及しました。同時期のもっとも大衆的な本で、百科事典的な性格をもつ「大雑書」の類にも、「雨」、「雪」、「霧」などについての説明が詳しくのっているものがあります。そこでは、「雨がなぜ降るのか」という問題を、「蒸し器のふたに湯気があがり、冷やされると露となって降ってくるのと同じである」と、具体例を用いて説明したりしています。特に、「雪」に興味を持った日本人は多かったようで、江戸期に出版された本には、雪の降る仕組みから雪の結晶の由来、雪女の存在までさまざまな「雪」に関する考察の文章を見つけることができます。

しかし、四元素説や陰陽五行説に基づく観察や考察は、長い間行われたにもかかわらず、結局のところ「水」という物質の正体を見極めることができませんでした。それはおそらく、四元素説や五行説における「水」は、水という具体的物質を示すと同時に、液体一般を代表する概念でもあり、さらにももの性質を表す抽象的概念でもあるという、複雑かつあいまいなものだったからでしょう。たとえば、日本と中国で、常温で液体である唯一の金属を、古くから「水銀」と呼んでいたのは、「水」という言葉を「液体」と同義で使っていたことの表れです。また、五行説に基づく運勢占いにおいて「〈金性〉の男性と〈水性〉の女性は相性がよい」などといわれるときの「水」は、ももの性質を表す抽象的概念としての「水」です。

● 近代科学における水

では、近代科学はそのようなあいまいな「水」の認識をどう変えたのでしょうか。近代科学の基礎には、四元素説や五行説と根本的に異なる「原子論」という〈自然哲学〉がありました。原子論もまた、古代ギリシャで生まれました。デモクリトス(前 460 頃～前 370 頃)をはじめとする原子論者は、「この世界の根源は、なにもない空間(真空)と粒子とからなっており、その粒子は絶対壊れる事がない」と考え、その粒子を「原子(アトム)」と名づけました。そして、世界の全ての事物を原子が結合したり分離したりすることによって説明しようとしたのです。

原子論は長い間影を潜めていましたが、16～17 世紀にヨーロッパで復活しました。復活した原子論の立場で研究を進めた人たちは、「近代科学」を生み出しました。近代科学は、「水」についても、物質としての「水」だけに特化

して議論を始めました。それは、ある意味で視野を狭めるようにも思えますが、「考えの正誤がいつかは明確にたしかめられるような形でのみ議論をすすめる」ことにより、科学者たちは確かなことを着実に明らかにしていったのです。

「水」について重要な事実を解明したのはフランスのラヴォアジエ(1743～1794)です。彼は当時、他の科学者が発見したばかりの「軽く燃えやすい気体(のちの水素)」と「他の物質をよく燃やす気体(のちの酸素)」を用いて、〈水の合成〉と〈水の分解〉の実験を行いました。密閉したガラス容器のなかに水素と酸素をいれ、電気で着火すると水が生じることを証明し、つぎに、気体になった水(水蒸気)を熱した鉄管に通すと、酸素が鉄と反応し水素が集められることを証明してみせたのです。ここに、「水は酸素と水素の結合によってできる」ということが確認されました。ちなみにラヴォアジエのこの実験は、幕末の先駆的な化学者宇田川榕庵(1798～1846)によって日本でも紹介されています。榕庵は「酸素」、「水素」といった今日も使用されている日本語をつくり、この実験を説明しました。

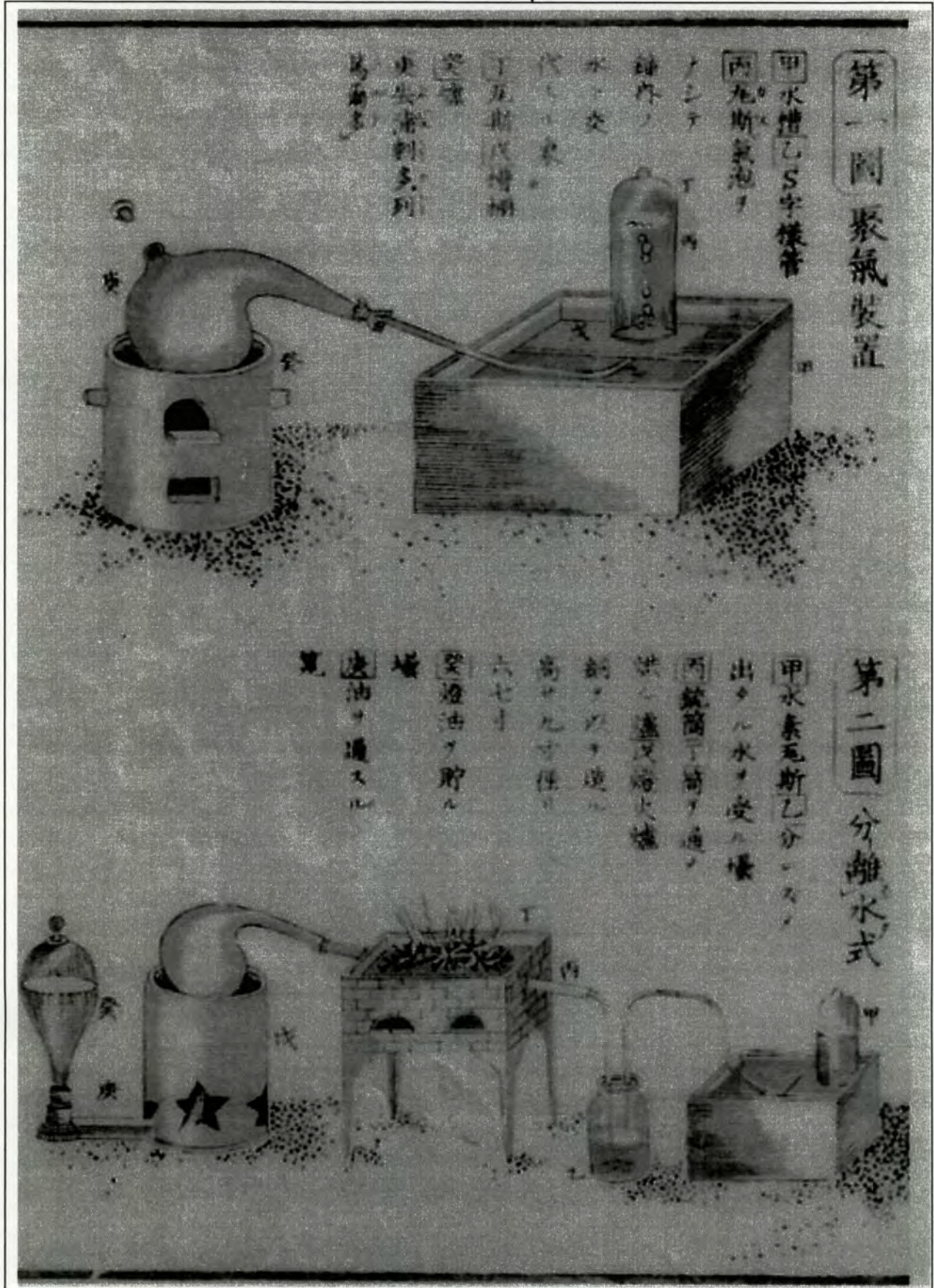
その後、「水」の正体をつきとめる科学的研究はさらに進み、「水」に今日知られている「 H_2O 」という分子式も与えられました。しかし、一方で科学者のなかでも原子や分子の存在に反対する考えは根強く、国際会議の場で大論争が起こったりもしました。科学者たちのあいだで原子や分子の存在が共通の認識となったのは、やっと 20 世紀はいつてからのことでした。

● ふたたび、「万物の根源は水」か

こうして、古代ギリシャ以来 2000 年以上議論されてきた「水」の正体は、近代科学によって明らかにされました。ターレスの時代から問題になっていた「動植物と水の関係」(WN4-3へ)、「水の三態変化」(WN4-2へ)といった問題についても正しい説明が与えられるようになり、また、江戸時代の日本人が興味を持っていた「気象変化と水」(WN4-1へ)といった問題も、地球規模で理解されるようになりました。さらには、「水の起源」(WN4-4へ)といった、近代科学以前には空想するしかなかったような問題にも、有力な仮説がたつようになりました。

ここでもう一度、「万物の根源は水だ」というターレスの言葉を思い出してみませんか。「水がその姿をいろいろに変えることによって、この世のすべての事物が生じる」という彼の考え方は、最終的には科学によって否定されました。しかし、ターレスの考えた水の根源的な重要性が認識されるようになったのも、また、近代科学が「水」という物質についてたしか事実を蓄積することによってだったのです。

氏名



うだわようあん (1837-1847 順次刊行) 『舎密開宗』より

氏名



0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900 2000

原	始	古	代	中	世	近	世	近現代
		奈良	平安	鎌倉	室町	戦国	江戸	明大昭平 治正和成

東京大学 大学発教育支援コンソーシアム
協調学習アクションリサーチプロジェクト
2009.02.28.

半日体験ワークショップ 第一回

氏名



エキスパート活動時 メモ用紙

担当資料は _____

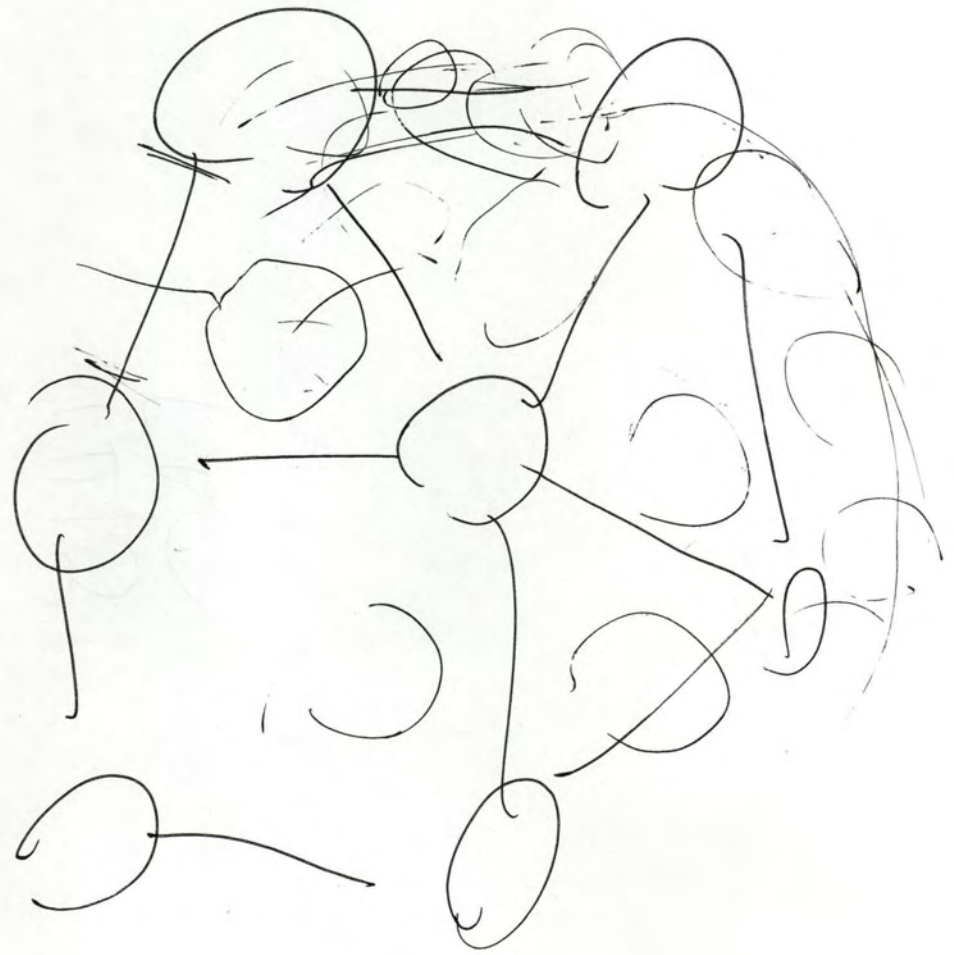
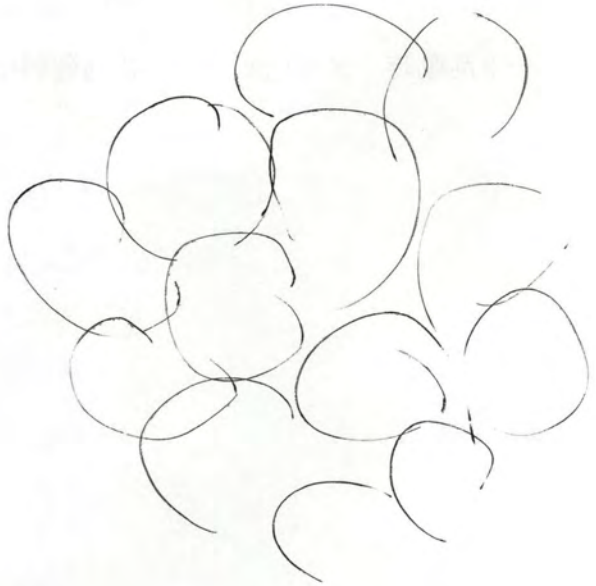
7E
3E
5a

4

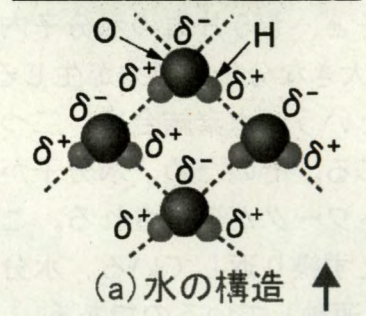
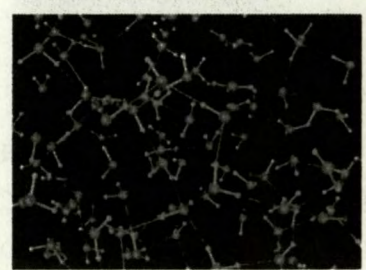
10
100

100

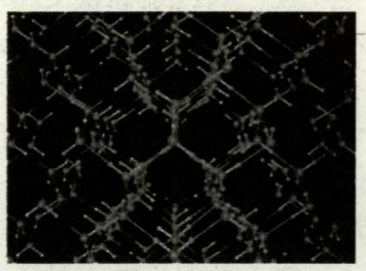
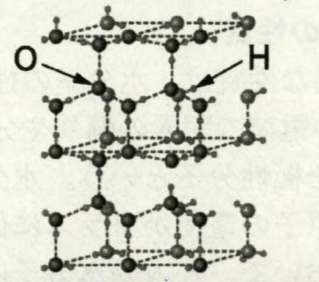
100
100



水と氷の構造



(b) 氷の構造 ↓



(a) 水の構造 ↑

図1 氷と水の構造

(<http://rikanet2.jst.go.jp/contents/cp0200a/images/30104.jpg>)

元素の周期表

		典型非金属										典型金属						遷移金属					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18						
1 H 1.01												3 Li 6.94	4 Be 9.01					5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 23.00	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.96						
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.89	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80						
37 Rb 85.48	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc [98]	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29						
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57~71 * [223]	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.21	83 Bi 208.98	84 Po [210]	85 At [210]	86 Rn [222]						
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89~103 **	104 Unq [261]	105 Unp [262]	106 Unh [263]	107 Uns [264]	108 Uno [265]	109 Uue [266]	110 Uub [267]	111 Uut [268]	112 Uuq [269]	113 Uuh [270]	114 Uuq [271]	115 Uup [272]	116 Uuq [273]	117 Uuh [274]	118 Uuo [276]						
57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm [145]	62 Sm 150.36	63 Eu 151.97	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97									
89 Ac [227]	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np [237]	94 Pu [243]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [260]									

[カッコ内の原子量は、この元素の放射性同位体のうち、最も一般に知られているものの数値を示している。
 IUPAC無機化学命名法改訂版(1989)による原子番号は1~18。即ち、亜鉛は用いない。

図2 元素の周期表

(<http://rikanet2.jst.go.jp/contents/cp0030/periodic.html>)

水の分子
 —水の性質を水分子のふるまいから説明する—

20世紀以降、物質の性質は、原子や分子の性質から考え出された一般法則によって説明されるようになった。しかし、水の性質は一般法則からはむしろ説明できないものであった。ここでは、水の性質を、水分子に特徴的なふるまいに着目して考える。

水の分子 —水の性質を水分子のふるまいから説明する—

20世紀に入ってから、自然科学の世界で原子論が確立した。物質の性質は、原子や分子の性質から考え出された一般法則によって説明されるようになった。しかし、その一般法則に当てはまらない物質も存在した。それが水である。水の性質を原子や分子の性質から説明するためには、水分子に特有のふるまいを考慮しなければならなかった。ここでは、水の性質を、水分子に特徴的な性質に着目して考える。

● 水の特異な性質

水は、他の物質には見られない特異な性質をいくつも持っている。
 水は氷になると水面に浮く。これは水が液体から固体になると密度が小さくなることを意味する。日常生活の中で状態変化を観察できる物質は非常に少ないので気づきにくい。一般に物質は固体になると密度が大きくなる。固体になった時に密度が小さくなるという水の性質は、特異なものと言っていいだろう。
 水は常温で水銀に次ぐほどの大きな表面張力を持っている。表面張力とは、同じ分子同士で集合する力のことを指す。新品の傘に降った雨が流れ落ちるときに丸い液滴となっているのも、水の大きな表面張力によるものである。

① 固体になると密度が小さくなる
 ② 表面張力を保つている

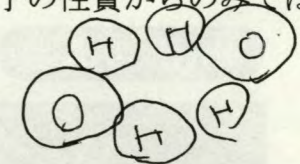
● 予測を裏切る水の性質

元素を原子番号に従って並べた表を、周期表と呼ぶ。周期表の中で、酸素と同じ族に属する元素である S(硫黄)、Se(セレン)、Te(テルル)、Po(ポロニウム)を酸素族元素と呼ぶ。酸素族元素は、H₂O(水)のように二つの水素と化学結合して安定な分子を作る。
 多くの場合、物質の性質は、よく似た構造を持つ分子の性質から予測できる。しかし、水の性質は、その予測を裏切るものであることが多い。例えば、融点と沸点を考える。一般に、分子の構造がよく似た物質であれば、分子量が小さいほど融点も沸点も低くなる。酸素族元素の水素化合物においても、H₂Te、H₂Se、H₂S と分子量が減少するに従って融点も沸点も低くなる。しかし、酸素族元素の水素化合物で最も分子量が小さい水の融点は 0℃、沸点は 100℃であり、H₂Te、H₂Se、H₂S の示す傾向に当てはまらない。

	H ₂ O	H ₂ S	H ₂ Se	H ₂ Te
融点(℃)	0	-85.5	-65.7	-49
沸点(℃)	100	-67	-42	-2

表1 酸素族元素の水素化合物の融点と沸点

この事実は、水の性質を、よく似た構造を持つ分子の性質からのみでは説明できないことを示している。



● 水分子の性質

水の特異な性質は、水分子の性質によって説明することができる。
 分子内の電荷の配置の偏りや分子構造の影響によって、分子に正と負の極ができた分子を極性分子という。水分子は、酸素原子の電荷がマイナスに偏り、二つの水素原子の電荷がプラスに偏っている極性分子である。そのため、二つの水分子において、片方の水分子内の酸素原子と、もう片方の水分子内の水素原子が向かい合った時に、二つの水分子間には大きな分子間引力が生じる。この、極性によって生じた分子間力を、水素結合という。水素結合は、二つの水分子の間だけでなく、周囲の水分子の間にも生じる。そのため、水分子が集合すると、互いに水素結合で結ばれた大きなネットワークが形成される。この結合は固定されたものではなく、結合と切断を絶えず繰り返している。水分子の集合体において、個々の水分子はダイナミックに運動しているのである。

● 水の特異な性質の説明

水分子が水素結合で結ばれた集合体を形成していることに着目すると、水の特異な性質のうちの多くが説明できる。
 酸素族元素の水素化合物と比較した時に融点、沸点の傾向が当てはまらないことは、水分子間に水素結合が存在し、これを断ち切るために非常に大きなエネルギーが必要であるためと説明できる。
 氷が水に浮くことは、氷より水の方が密度が大きいと言い換えることができる。氷において、水分子は、お互いの水素結合が最も強くはたらくような、規則正しい結晶構造をとっている。水分子の位置は固定され、その位置から外れることはない。氷の温度が上昇すると、水分子の運動が激しくなる。そして、ある一定の温度を超えた時、水分子は氷の結晶構造において定められた位置から外れ、結晶構造においては隙間であった空間にも入り込んで運動するようになる。その結果、液体の水の密度は、氷よりも高くなる。
 強力な表面張力も、水素結合によって説明できる。水分子は水素結合によってお互い強く結びつく。その結果、水分子だけで集合する力が強くなり、強力な表面張力という物理的な性質として表れる。

以上のように、水分子単独の性質と、水素結合の性質とを合わせて考えることで、水の特異な性質を説明することが出来る。水は、水素結合でネットワークを作りながらダイナミックに構造を変える水分子の集合体なのである。

氏名



エキスパート・グループ活動 web 資料集

以下のようなサイトが役に立つと思います。試してみてください。

- 宇宙図 <http://www.nao.ac.jp/study/uchuzu/index.html>
- 一家に1枚宇宙図 2007 ガイド <http://www.nao.ac.jp/study/uchuzu/guide.pdf>
- 周期表(肖像有) http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/week/shuki/a3.pdf
- 周期表(肖像無) http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/week/shuki/a3_b.pdf
- 理科ねっとわーく <http://rikanet2.jst.go.jp/index.php>
- 人体のしくみ <http://rikanet2.jst.go.jp/contents/cp0040b/start.html>
- 目で見て操作する「分子の世界」 <http://rikanet2.jst.go.jp/contents/cp0200a/start.html>
- 地球と生命の誕生 <http://rikanet2.jst.go.jp/contents/cp0150a/start.html>

役に立ったページに○、特に役に立ったところに◎をつけておいて下さい。どんなところを見ましたか？余白は、メモにお使い下さい。ここはお勧めというところが見つかったら、以下に書いておいて下さい。

フ 結晶構造ギャラリー

一休みアンケート (ジグソー活動に入る前に書いてください)。

エキスパート・グループ活動について伺います。

(1) 資料は、読みやすかったですでしょうか? 当てはまるところに○を付けてください。

とても 難しかった	かなり 難しかった	少し 難しかった	どちらでもない	少し 易しかった	かなり 易しかった	とても 易しかった	

資料についてのコメントをどうぞ。

(2) エキスパート・グループで話し合ったことのうち、おもしろかったことはどんなことですか?

水の分子の team 2..

具体的な事例を採るのに苦労しました。

↳ 資料には無いです。

(3) グループで話し合ったことのうち、中心的な話題はなんでしたか?

同上..

氏名



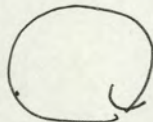
ジグソー活動 聞き取りメモ用紙

聞いた資料番号 4-1

話してくれた人 さん

① 水の循環

- 日本人の自然認識
- ・ 陰陽五行説

地球の模範 

海 → 水蒸気 → 雲 → 雪雨 → 地面 → 海

① 地球全体の水の97%は海水

② 地表の71%は海

③ $43 \times 10^6 \text{ km}^3 / \text{年}$ 蒸発している

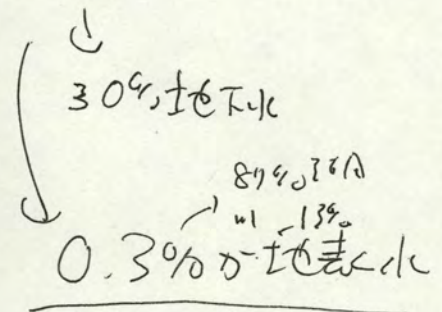
↓

4万 km^3 の雪や雨に変わった

日本

H.17.	$320 \text{ L} / \text{人} / \text{年}$	生活水
S.30	の2倍程度	※

3%の淡水



地球の水

0.01%の淡水

13.9億 km^3

一定

④ 位置エネルギー

電線エネルギーに交換して利用

⑤ 海中には生物が住んでいる

1300, 5000, ...

氏名



ジグソー活動 聞き取りメモ用紙

聞いた資料番号

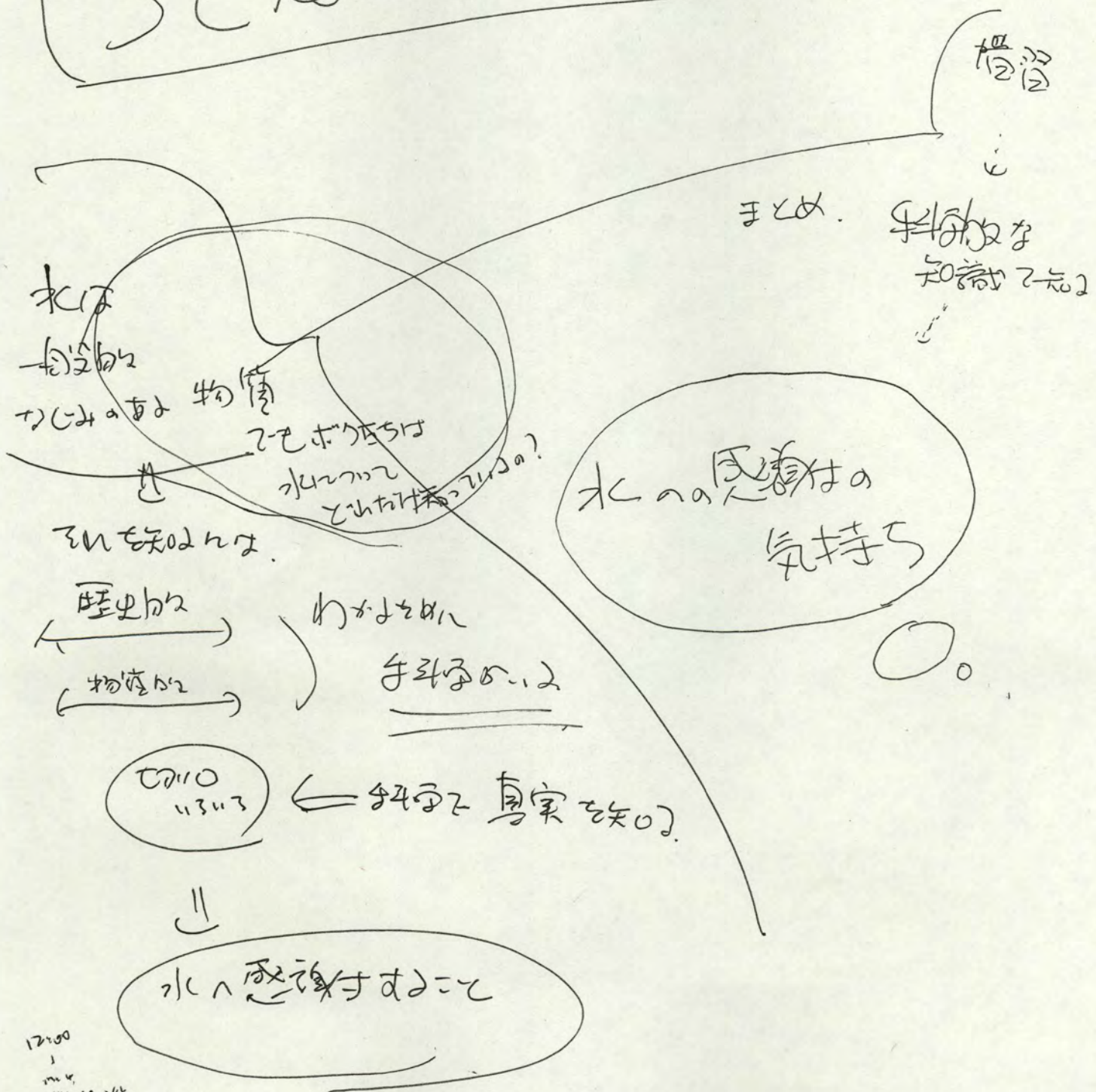
4-2

話してくれた人

自分です

② 水の分子

Science cate'



12:00
1
m
5/4/9 = 45.

氏名

[Redacted Name]

ジグソー活動 聞き取りメモ用紙

聞いた資料番号

4-3

話してくれた人

[Redacted Name]

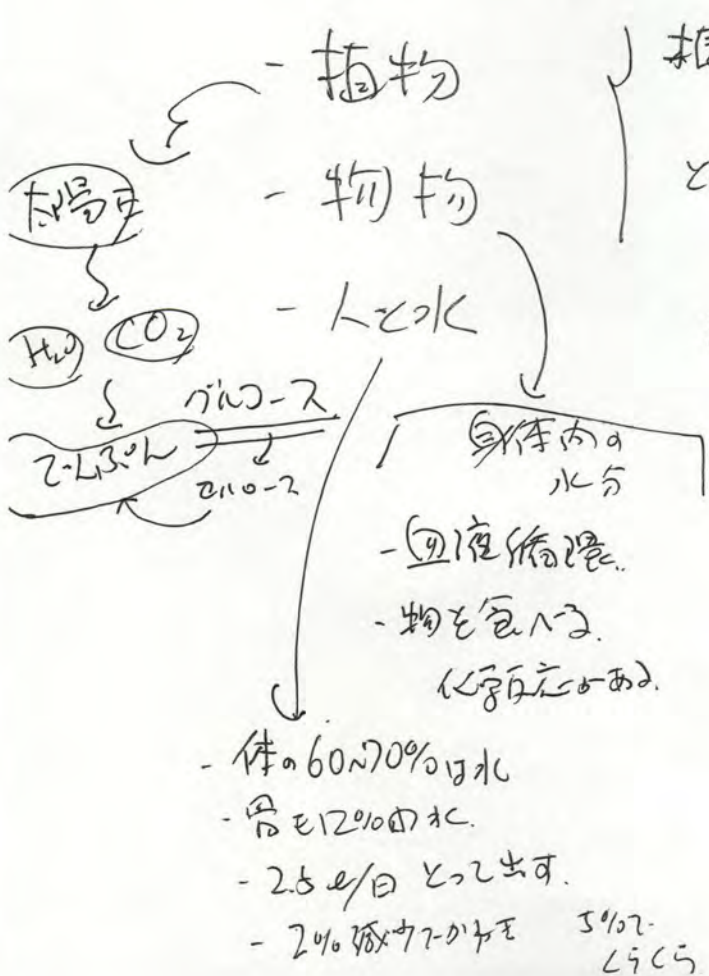
さん

生命活動に水が果たす役割

埼玉県総合教育センター

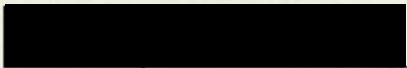
- 教員研修 (初任者)
- 指導相談
- 専門的研究
(学校に於いて)

Q. 『水を必要としなく生命はない!』



根が水分を吸収
↳ 水にたいして
とろい水からとろく水の
水の凝集力
温度変化が激しい
比熱が大さい
外部温度の変化の緩和の役
水の気化作用が大きい
* 汗をかき
蒸気 気化熱の利用

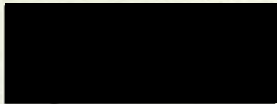
氏名



ジグソー活動 聞き取りメモ用紙

聞いた資料番号 44

話してくれた人



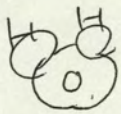
さん

① 水の起源

どこから来たの???

宇宙誕生
のころ

水素原子はあつた



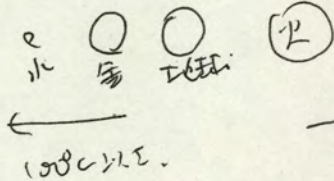
① 核融合

② 地球に海が存在するための条件

太陽系惑星 15°C 平均 表面温度

水は 0~100°C で存在する

太陽



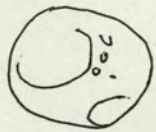
水を地球に引きこめるには

③ 引力が必要

↓
惑星の相対的大さが必要

④ 温度 0~100°C が必要

⑤ 地域には水が溜まる場所が必要



アムステルダム
日本は連年水不足

⑥ どうして海水は海に集まるのか
まだわからない

氏名



クロス・トーク 聞き取りメモ コメントなど

A 個々の知識を合わせて(融合)して
新しい知を生み出した。
①→②③④の考え。

理学的
科学的
の
コラボ

技術的
知
の
project

B 環境問題
石炭の燃焼は水でぬ。

科学的には「NO」なのに
証明のために科学的に「NO」が必要。

C ① 宇宙 → 水 → 生命の誕生。

② 協調学習。

③ 4つの舟子の回しよみ

②と①は。

②③は④のstoryが付けられている。

自分自身のstoryにどう考えたいかstoryの付く。

1人1人の教師に

教えるべきは

ある。(必要だと)

D 「読んでこの本はテキスト」は読みつらい。

協調学習のふりま。

国々 } が見ていよ。

・国々

・話し合う

教師のスキルと子供たちの考えのスキル。

E テキストの表現はこれが良い。 → 疑問には

・テキストの中で key person

気になった点から良い

勉強しようとする

Q 本の中の特定の発言がある

↓
研究者から「いい」ことを知るといふ

F 自分の発表をした。

氏名



半日ご苦労様でした。最後に今日やったことを振り返って記入してください。2枚あります。

(1) 「水」について、今はどんなことを考えていますか？

水はやはり大切なもの。感謝して使わないといいない。

水について、知ってる事が多い。

「お水」からなってる事が多い。

(2) 科学は、私たちが生きていくうえで、どんな役に立つでしょうか？

- ・ 正しいことを知るために必要。
- ・ 生きて行く上で、^関心や興味を持ち続けるために必要なこと。
- ・ コミュニケーションを取るためのツールとして活用できる。

(3) グループ活動のメリット、デメリットを挙げてください。

Demerit 声の大きい人が発言がちになってしまふ。

小っちゃい。意見が弱くて話しにくい積極的にならなない。

Merit. 自分とは違う考えを知える。

協調学習では比較的知識の少ない知識を~~得~~て^ていく。

(4) 今日やったことのうち、授業に活用できそうなことがあったら書いてください。

エキスポートづくり

↓

グループワーク

↓

グループ内討議
発表

今私たちが学んでいる

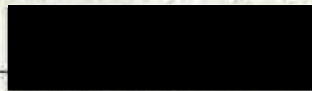
コミュニケーション

活用させていた方がいい。

現在の科学は、「仮説」としての知識が多く、

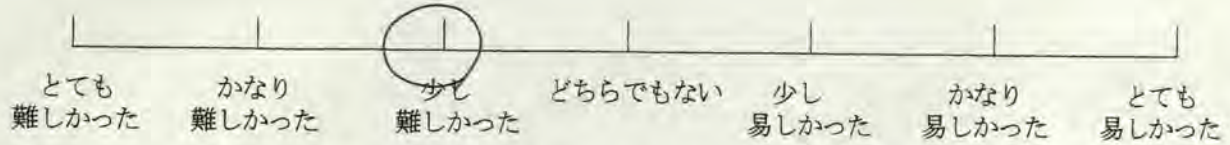
いつかは確かめられる...

氏名

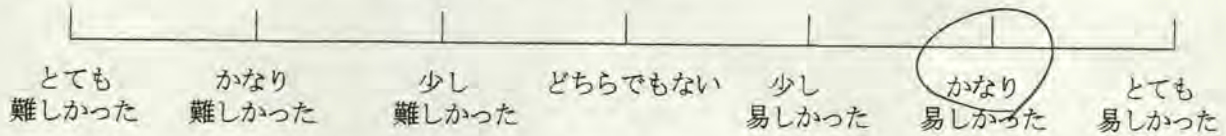


以下、各質問について、当てはまるところに○を付けてください。

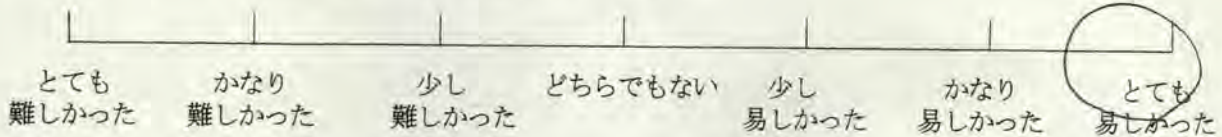
(1) 担当した資料をジグソーグループのメンバーに説明するのは



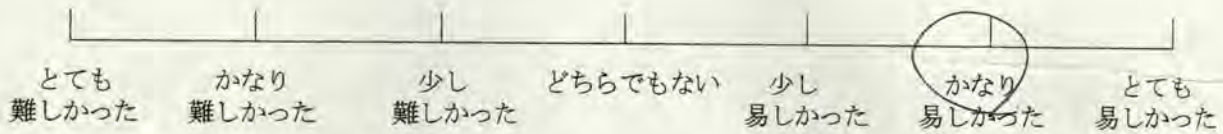
(2) ジグソーグループの話し合いに参加するのは



(3) プロジェクト活動として話し合ったテーマは



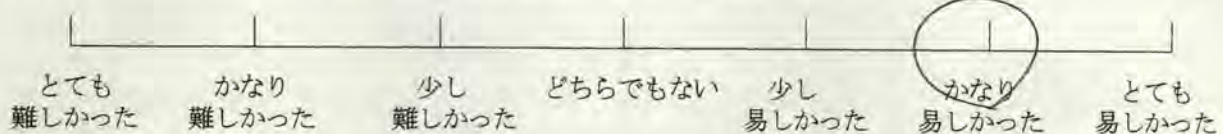
(4) プロジェクト活動の話し合いに参加するのは



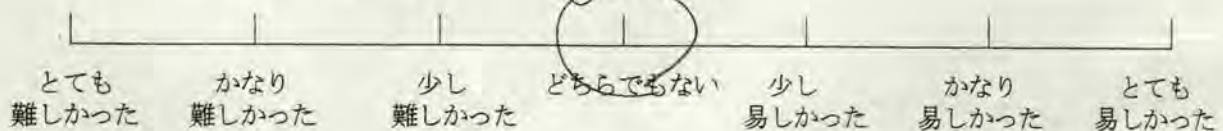
(5) クロス・トークで他のチームから出てきた話題は



(6) クロス・トークで自分の意見を全体に対して発言するのは



(7) 今日の課題は、全体として



回答ありがとうございました。今日のワークショップ全体について、ご意見、ご感想、今後のご要望などがありましたらお書き下さい。裏を使っても結構です。

三宅先生のシリテ-ションが素晴らしいです。

いつもにこせがで。←大切ですね