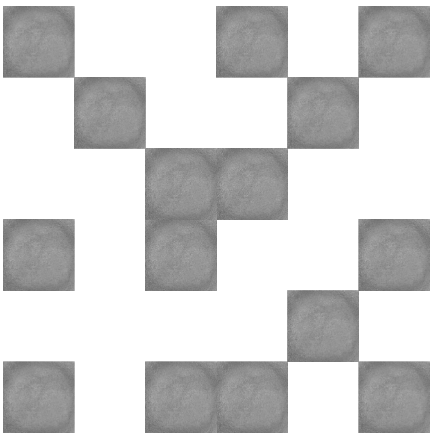
SeeK10

数字パズル MS66X　問題集（全365問）＋ねこパズル1

菅 野 正 人



リトル・ガリヴァー社

もくじ

はじめに

この本は『Ｓｅｅｋ１０』という論理的思考脳力（考える力）を運動のようにトレーニングして鍛えてその成果を評価をするために開発した数字パズルと、その数字パズルＳｅｅｋ１０を開発する過程で著者自身が考える力を鍛えて、まとめとして数学未解決難問に挑戦し発見した『新概念』を元に展開した「素数誕生のメカニズム」を発表するというやや型破りな構成で、これまで考えつかなった『新概念』の一冊になったと思います。

さて、最初に『Ｓｅｅｋ１０』についてですが、２０１３年１０月現代図書様から『ねこパズル＆Ｓｅｅｋ１０』という本を出版いたしました。

これは、この１０年「パズルで脳トレ日本の数学力をＵＰしよう！」というテーマで開発し研究してきたパズル脳トレメソッドの中で最後の仕上げとして開発した論理的思考脳力評価テスト（ねこパズル）というのがベースになっています。

論語「第６－雍也編　２０」に

子曰、知之者不如好之者、好之者不如樂之者

子曰わく、これを知るものはこれを好む者に如かず、これを好む者はこれを楽しむ者に如かず。

があります。これは私が子供たちの教育について考えるとき常に念頭に置いていることばです。子供たちは潜在的に計り知れない能力を持っています。数学に限らずどんな教科でも興味を持って楽しいと思って取り組めるようになれば、その能力は遺憾なく発揮されることでしょう。そのきっかけを与えるのが我々教師の仕事だと考えています。

数学には計算力は絶対に必要ですが、それは数学力の半分の要素で、後の半分は物事を論理的に考えて答えを導き出す力、論理的思考力（考える力）です。言い換えれば、いくら計算力があっても、問題を読んでどのような式を作って計算すれば答えにたどり着けるかを考える力（論理的思考力）がなければ問題を解くことは出来ないということです。数学の証明問題などでは、１００％この能力が要求されます。私は、数学の世界で現在まで残っている未解決

難問はこの論理的思考力を集中的にどんどん鍛えていけば必ず解けると考えています。なぜなら、こんな簡単な数字パズルでも、難しい論理展開で答えを見つけた時はこんな見方もあったかと、見つけた本人でもそのアプローチに驚くからです。

　実際にこのパズルで遊んでみると、はじめは非常に難しく感じますが、実はここがポイントで難しいと感じる人ほどその様な論理的な考え方（頭の使い方）に慣れていないということが出来るのではないかと考えています。元々遊びとしてのパズルなので、脳トレとは意識しないうちに論理的思考力が身に付いてくれれば、数学も楽しくなってくるのではないかと考えています。そして、最後に開発したＭＳ６６Ｘの評価テストから発展したのが、数字パズル『Ｓｅｅｋ１０』です。『ねこパズル』は元々は遊びとしての数字パズルから始まった物ですが、最先端のハイテク技術とパズル作問のために開発した「万が一理論」（参考資料1参照）で作り上げられた問題によって脳トレメソッドとして使うことが可能になった物で、パズルを使って論理的思考力を重点的に鍛えるという発想は数学教育の中でも新しい試みだと考えています。数学における論理的思考力とは問題の解き方を見つけ出すための「考える力」です。時間

が限られた教室の授業で先生が１問１問の解き方を教えても限界がありますし、私自身の経験でも中学・高校生時代は友人と数学の問題集をパズルで遊ぶように填って競い合いながら解いていた記憶があります。この脳トレメソッドの到達点として「Ｓｅｅｋ１０」が楽しく遊べるようになれば脳トレ効果は十分確認できると思います。これをきっかけに数学好きを増やせば、我が国の数学力ＵＰに十分貢献でき、さらに理数系離れに歯止めをかけるための絶好の教材になると考えています。

今回は、自分で作った論理的思考脳力トレーニングメソッド『Ｓｅｅｋ１０』で自分自身を鍛えて数学の難問に挑戦した形になりましたが、数学の世界でまだ残っている未解決難問がなぜ未解決で残っているのでしょうか。それは、これまでの人間が色々な角度から研究しアプローチしても解けなかったからです。しかし、論理的思考脳力を集中的に鍛えていけばこれまでの人間が思いも付かなかったアプローチを思いつく可能性が生まれてきます。論理思考脳力は日本の教育の現状では入試で直接点数に結びつく脳力ではないのでその教育がされていません。私は、日本の数学教育の中で見落とされてきた論理的思考脳力に着目し、その脳力を集中的に鍛えるためのメソッドとして数字パズル

を提案してきましたが、これを集中的に鍛えることによって日本の数学力は２０％以上ＵＰすると考えています。そうすれば数学の未解決問題もどんどん解ける可能性が高まってくるのではないでしょうか。今回、本書で世界最大の未解決難問解決のアプローチに興味を持っていただいた皆様に是非Ｓｅｅｋ１０に挑戦して頂いて論理的思考脳力をさらにＵＰしていただければ幸甚です。

そして、私自身が数学教育研究のまとめとして最後に選んだのが素数についてでした。パズルで鍛えた論理的思考脳力で一定の成果があったと思いますのでこの本の付録として発表したいと思います。

先ず自然数の積木箱について

素数とは何かご存じでしょうか？　数学的には「１と自分自身以外に約数を持たない数」で、たとえば2、３、５、７、１１、１３、１７、１９、２３、・・・と割り算をして約数が無いことを確認すれば素数であると言うことが確認出来るのでみつけだすことは可能ですが、出てきた数字を並べてみると何か法則がありそうです。ことばで言い表すと「１と自分自身以外に約数を持たない数」という定義

です。他にも素数を見つけ出す方法としてエラストテネスのふるいという方法が知られています。しかし、素数がどんな法則に従って現れるのかはまだ解明されていないということになっています。ところが、今回自然数について新しい概念を使って考えてみたところ、なんと積木を並べるだけで素数が誕生するメカニズムを説明できる方法を発見しました。計算は全くいらず積木を並べるだけなので小学生でも無理なく理解できる方法です。私の学校の生徒は高校生ですが、５クラス授業をして１００％、全員の生徒に感動を持って受け入れられました。そこで、まず最初にこの自然数の積木箱について取扱説明書のような形になってしまいますが、お読みいただいて素数誕生のメカニズムについて理解していただきたいと思います。

　それではなぜ積木を並べるだけで素数誕生のメカニズムがわかってしまうのでしょうか？　これまでは素数がどのような法則性を持って出現するか分からないということで、その謎を解明するためにリーマン予想が生まれました。今では数学の世界で最大の未解決難問と言われているのですが、それが、積木を並べるだけで分かってしまうとなるとリーマン予想の立場はどうなってしまうのか心配ですよね。私もこの考えをまとめたときにはリーマン予想につい

ては全く考えていなかったのですが、この理論を考えてから論文を発表するまでに１年半以上時間がかかったので、その間に私が考えた理論とリーマン予想との関係が見えてきました。ここで少しそのお話をしたいと思います。

　素数はその出現に法則性を見つけられないというところから未解決難問と言われています。そこで素数出現の法則性を調べようと、少し変化球のアプローチを考える数学者が出てきました。素数が決められた数の範囲内に何個あるかという数を求めて素数の出現確率を素数階段というグラフの形にしてみました。その曲線にピッタリと合う関数が見つかれば素数の謎が解けるのではないかと考えて、ガウス・オイラー・リーマンとそのグラフのカーブを関数を使って近似してみようという試みが続けられて最終的に答えは見つからないままに、素数階段をピッタリと表す関数の特徴はきっとこうなるだろうと残された予想がリーマン予想ということになるのかな？　その関数がゼータ関数と呼ばれる関数で、リーマン予想というと「ゼータ関数のゼロ点が・・・」というお話になって一般の人は完全に遠ざけられてしまいました。中学・高校の数学教師でもリーマン予想についてはその詳しい内容は全く知らないと言う人が多いのではないかと思います。私も３０余年高校の教師を

していますが、ほとんど気にしていませんでした。

　そして事実上、素数がどんな仕組みで出現するのかはリーマン予想が証明されなければわからないという考え方が一般的になってしまい、今では、神秘とロマンを感じさせる我々の宇宙に残された最後の謎と言われる程の扱いになってしまいました。

その一例をインターネット上でみてみると、

朝日グローブ　http://globe.asahi.com/feature/100201/04_1.html

〔Part１〕
未征服の最高峰「リーマン予想」　裾野を歩く (1)　の一節

　神秘的な素数だが、その振る舞いは実に気まぐれに見える。
２から始まる素数を見ても、規則性は見えてこない。11までは素数出現の間隔が徐々にあくが、11の次は13と縮まる。数字が大きくなっても、この「きまぐれ」は変わら

ない。

　まるで、訓練を積んだ登山家以外アタックしてはいけないようなイメージを与えていますね。神秘的で気まぐれな規則性のない数という解釈が一般的になっています。そして、リーマン予想を証明するために１５０年以上も世界中の数学者が考えているわけですが、同じ朝日グローブにさらにこんな一説を見つけました。
http://globe.asahi.com/feature/100201/04_3.html

〔Part３〕
未征服の最高峰「リーマン予想」　裾野を歩く (3)　の一節

　明治大教授、砂田利一は「リーマン予想に歯が立たないのは、既存の数学とは違う『新概念』を持ち出さないと解けないからではないか。逆に言えば、リーマン予想自体に、宇宙に潜む未知の法則が隠されているかもしれない」と語る。

　『宇宙に潜む未知の法則』については？？？　ですが、このように『新概念』を持ち出せば解けるのではないかと

いう可能性を示唆している数学者もいるようです。新たに既存の数学とは違う『新概念』を持ち込んでみればこの１５０年来の未解決問題が解ける可能性があるのではないかと言うのは、今回私が開発した理論にとっても非常に興味深いお話なのでここに上げさせていただきました。

さて、先に少し触れましたように私はリーマン予想には興味はなく全く気にしていなかったのですが、昔から素数については謎なんかないと思っていたので深く考えていませんでした。これまで、数学教師としては日本の学校教育の中で受験志向に走るあまりに見落とされてきた「考える力」をなんとか鍛えようとその方法を研究していてそのまとめとして、昨年１０月に現代図書から小学生から使える論理的思考脳力トレーニングノート「ねこパズル＆Ｓｅｅｋ１０」を出版しました。そして、今回数学研究の最後としてこのテーマを選んで見ましたが、これまでも素数をあつかったテレビ番組などを見ると「神秘的で気まぐれな数」という表現に疑問を感じていました。番組がある度に問い合わせをしたり、日本数学協会のホームページで会員の皆さんにお聞きしたりしながら調べてみると、素数の問題はリーマン予想抜きには語れないような、数学者は、ほとんどがリーマン予想の信者でリーマン予想に神秘とロマンを

感じながら研究していて、リーマン予想について何か物申すことはいけないことだと言わんばかりの圧力を今でも感じています。コロンブスやガリレオの気持ちが良くわかります。数学研究の世界も新概念を期待する一方で、新しいことをなかなか受け入れたがらないようですね。それはともかく、先にあげた朝日グローブ　[Part1]——未征服の最高峰「リーマン予想」　裾野を歩く (1)　の一節「神秘的な素数だが、その振る舞いは実に気まぐれに見える。２から始まる素数を見ても、規則性は見えてこない。11までは素数出現の間隔が徐々にあくが、11の次は13と縮まる。数字が大きくなっても、この「きまぐれ」は変わらない」に付いては、自然数の積木箱で小学生でも素数はルールに従って整然と誕生すると理解出来るのに、素数についてこんなおかしな記述が数学者の口から出て来るのはなぜなのだろうという疑問がずっと前からあったのですが、数学者にそう言わせている原因がこのリーマン予想であると言うことがだんだん判ってきました。

　リーマンはガウスの弟子で、ガウスは素数の分布を調べるために素数が１つ出現すると１段上がる素数階段というグラフを考えました。X－Ｙ座標平面の横軸に自然数をとり、原点からスタートして、縦軸を素数の出現回数として

素数が出現する度に１段ずつ上げていくというグラフです。そうすると、普通の関数のグラフのように見えるので、関数で表すことが出来るのではないかと考えたようです。そして、素数階段のカーブをかなり正確に近似する関数をオイラーが見つけて素数の分布は関数の数式で完全に表すことが出来るかも知れないということになったわけです。しかし、この段階では曲線なので近似の段階だったわけです。その後、ガウスの弟子だったリーマンが恩師であるガウス先生が考えた素数階段をもっと正確に近似するための試みを始めました。素数階段と呼ばれるようにその曲線は階段状なので実際は階段状の折れ線のグラフになりますが、その１段１段まで正確に再現できるような数式をさがして行く中で、ゼータ関数と言う（数学者達に）宇宙で最も美しいと言われているらしい数式を作り上げたのでした。

　でも、残念なことにそのゼータ関数と呼ばれる関数で再現できる素数の階段は、どこまで行っても近似で、素数階段に近づいていくだけでした。しかし、そこに表れてくるデータに一定の特徴を発見したリーマンは、このままずっと続けていけば山頂にたどり着くだろうという予想を残して終わってしまったと言うわけです。そして、この近似予

想はあまりにハイレベルで素数の研究はすっかり一般の数学ファンの手からは奪われてしまったものの、数学者達には今にも山頂に手が届きそうに見えたため、多くの数学者達はこの予想の証明に執念を燃やし、この予想が証明できなければ素数の謎は解明できないと思い込んでしまったのではないかと思います。だから、朝日グローブのような『未征服の最高峰「リーマン予想」　裾野を歩く』などという見出しも付くのでしょうね。一般の登山者は排除され、訓練を積んだアルピニストである数学者の方々はその登山ルートを大切に守りながらひたすら山頂を目指して頑張っているというのが現状のようです。でも、この登山ルートに間違いはないのでしょうか？　ここで皆さん１つ冷静になって考えてみて下さい。

　素数は自然数の中にあります。これは、疑いのない事実です。ところが、素数の出現する法則性が見つからないないために、話を素数の出現確率を示す素数階段を近似するという方向に持って行ったのです。そのため素数のお話しはゼータ関数を使って複素平面上に持ち出され、素数階段を近似していく過程で素数の出現が神秘だとか気まぐれだとか言うような、素数にあたかもランダムに出現する可能性があるかのような話になってしまったのです。しかし、

リーマン予想を突き詰めていくと「複素平面まで話を持って行ったけれど、やっぱり素数は複素数ではなく実数の中にあるでしょう」と言っているようにしか聞こえません。きわめて「アタリマエ」のことだと思いませんか。私の専門は電子工学なので、複素平面から考えてみると、リーマン予想はゼータ関数を重ねていますが、元をたどって単純に考えると正弦波の集まりと考えることが出来ます。そして正弦波の基本振動にその２倍・３倍と振動数を上げた高調波を重ねていくと、方形波を近似できるということが知られています。でも、近似はあくまでも近似であり、どこまで行っても解にはたどり着かないのです。では、なぜゼータ関数でも高調波を重ねていくと素数階段に近づいていくことができるのかということを証明するのが、これからお話する菅数論です。

　菅数論とは簡単に言うと素数誕生のメカニズムを解明するために、私、菅野が考案した自然数に対する『新概念』となる数論で私の名前を１字取って『菅数論』と名付けました。どうもこのネーミングがリーマン信者のような先生方に不評をかって１年半も塩漬けになってしまった一因でもあるようなのですが、この名前を変えるつもりはありません。

言葉で簡単に説明すると

自然数の新しい考え方『新概念』として、各自然数が自然数全体の中でどのような役割を果たしているかを科学的な目で分析できるように、すべての自然数を自然数の各値を各ベクトルの角速度に置き換えた回転ベクトルとして複素平面上に持ち出し、０点から一斉に反時計回りで回転させてみます。そうすると各自然数の自然数全体の中における振る舞い（割り切れるか割り切れないか）が、各自然数ベクトルの先端が実軸と交差する時の実軸上の交点として現れます。このときの各ベクトルの先端の軌跡を横軸を時間軸として横軸上に描いてみると、自然数の全容を俯瞰してみることができるようになります。私は自然数がこの時間ｔが関係した関数であるということが素数の謎をここまで深くした原因であると考えています。

この『菅数論』の発想はあるイメージのひらめきにありました。今まで３０年間教えながら積み重ねてきた数学教育研究のまとめとして「ねこパズル」の出版の見通しがつき、教員生活も残り４年という時期にきて最後に取り組んでみようと思ったのが、数学の世界に残る最大の未解決難

問リーマン予想でした。とは言ってもリーマン予想には全く関心がなく、私は昔から素数に謎はないというかなり不確実な信念を持っていたので、私が証明しようとしたのは素数誕生のメカニズムを説き明かすということでした。

　そして、最初の素数２の働きについて考えていたとき見えたイメージが、正弦波でした。

　池や、川に小石を投げ込んでぴょんぴょん跳ねる遊びをしたことがありますか？　水面で跳ね返されて水の圧力は強いですね。でも、その分石のスピードは落ちて次に跳ねる場所はだんだん近くなってしまいには水没してしまいます。私は幼い頃に兄と何回跳ねたか回数を競い合ったりして遊んだ記憶があります。石の場合は必ず何回かで終わってしまいますが、この運動が永久に終わらないでしかも等間隔にずっと続いていく場面を想像してください。そんな感じの波を三角関数のｓｉｎという関数を使って表した波が正弦波です。私の専門が電子工学であった為かもしれませんが、０点から出発した振幅が± １で半周期が２の正弦波が時間軸上の数直線に並んでいる偶数をすべて切り取っていく光景が頭に浮かんだのです。詳しい説明は論文に譲るとして、これを数式に表してみるとｙ＝ｓｉｎ（π／2）ｔ

つまり、２という数があるために２以降のすべての偶数は、素数の定義「１と自分自身以外に約数を持たない数」によって素数という名前をもらうことができなくなったということをこの数式が表していると直感しました。

ｙ＝ｓｉｎ（π／２）ｔは正弦波の式でｙ＝ｓｉｎ　ωｔというのが基本式です。ｔは時間です。これは、複素平面上の原点を中心にして動径が１の単位ベクトルが角速度ωｔ（ｒａｄ）で回転しているときにベクトルの先端の軌跡が時間軸上に描く波の形なのです。

そうすると、ほかの数３、４、５、６・・・も同じようにして、複素平面上のベクトルの角速度に置き換えてその軌跡を描いてみると、２の時と同じように各自然数の自然数全体の中での振る舞いがすべて時間軸上に現れて、自然数全体を俯瞰してみることができるようになることに気づきました。言葉で説明すると、「すべての自然数は複素平面上を角速度ωｔ＝（π／ｎ）ｔで回転するベクトルに置き換えて、０点から反時計回りに一斉に回転させると、各ベクトルの先端が描き出す軌跡は正弦波で表され、その振る舞いが交点としてすべて時間軸上の数直線に表われる。」その時、素数も含めたすべての自然数の交点はその時間軸

上（実軸上）にあるので、複素数など虚数的な要素が入り込む余地などどこにもありません。したがって、リーマン予想は正しいと言えます。だから、菅数論に間違いが発見されなければ菅数論はリーマン予想を証明したことになります。

　リーマン予想と菅数論の関係ですが、リーマン予想は先ほど少しふれたように菅数論ではすべての自然数を回転ベクトルの各速度に置き換えて回転させてみると自然数全体を俯瞰してみることができるというものですが、これは正弦波の周期を自然数の周期に置き換えています。そうすることによって素数を含めた自然数全体の振る舞いが俯瞰できるのに対して、リーマン予想は基本波に２倍・３倍と振動数を増やして重ね合わせていく方法をとっているので、周波数 f を上げていっていることになります。周期と周波数は全く反対で逆数の関係にあるのですが、なぜ全く逆のアプローチをしているリーマン予想でも素数階段が近似できるかというと、菅数論を単位分数まで拡張してみると次第に各波の関係が菅数論に近づいてくるためではないかと考えています。こちらも詳しくは本文で解説したいと思います。

その様な訳で、菅数論で素数が自然数の中にどのようなメカニズムで出現するかが判り、改めて、リーマン予想を考えてみるとリーマン予想は「複素平面にまで持ち出して素数階段を近似してみたけど素数はやっぱり自然数の中にあるだろう」と言っているのと同じことで極めてアタリマエのことなのですが、それが今回の「菅数論」によって素数は複素平面まで持ち出して自然数を分析してみたけど、自然数は素数を含めてすべて時間軸の数直線上に出現すると言うことが数学的に証明できたと考えています。リーマン先生ごめんなさい。複素平面に持ち出すアプローチが全く逆でした。詳しくは本文で多少論文形式になりますが出来るだけわかりやすく解説したいと思います。そこで早速論文にまとめてみたのですが、この自然数に対する『新概念』による発見の重要性に誰も気づいてくれません。日本数学教育学会では査読者が理解できず。異議申し立てをしたところ日本数学教育学会の幹事会ではなんと数学教育の研究テーマとしてふさわしくないとまで言われてしまいました。日本数学協会の論文集廃止も重なってもう１年半くらい塩漬けになっていますが、その間に今回の積木箱の発想が浮かんでやっと今回の出版にこぎ着けたということになります。元が論文なので話としては確かにそんなに面白くはないだろうということで、読み物として楽しくお読み

いただけるようにこのまえがきを書いています。

さて、付録ながら今回の本のメインテーマである自然数の積木箱ですが、そんなに難しくて理解できないと言われるのなら、いっそのこと小学生でも分かったと言わせて見せましょうと思って考えていくうちに浮かんできたのがこの自然数の積木箱です。

菅数論を元にして　素数誕生のメカニズムについて、小学生でも積木を並べるだけで理解できるように構成されています。

では、なぜ積木を並べるだけで素数誕生のメカニズムが分かってしまうのかと言うところがポイントになりますが、それは『菅数論』が自然数のＤＮＡ解読装置の働きをしているからです。菅数論ではすべての自然数ｎが　公式ｙ＝ｓｉｎ（π／ｎ）ｔに従って回転し、ベクトルの先端の軌跡が時間軸の数直線上にその振る舞いを正弦波の交点として描き出します。

これを、積木に置き換えたのが自然数の積木箱です。一辺が３cmの立方体が基本になります。これを１の積木と

して左端から横に９個並べます。自然数の大きさをこの積木を横に並べる個数に置き換えて１の列の上に左端から２個の積木を並べ、二個目は２の数字が入った積木を置きます。この２個を１セットとして右にどんどん並べます。次の３も２と同様に３個の積木の右端に３の数字が入った積木を置きこの３個を１セットとして右に１列並べます。以下４、５、６、７、８、９と並べると積木は完成です。使ったのは自然数のルールだけです。自然数のルールと言ったのは皆さんもよくご存じの２は１の２倍で３は１の３倍でと言うあの決まりのことです。それを積木の幅に置き換えて並べただけでですが、完成した積木をみると素数の定義「１と自分自身以外に約数を持たない数」に従って２、３、５、７に素数が誕生していることが確認できます。４は１と４の間に２があるため素数にはなれません。９は奇数ですが３があるために素数になれない最初の奇数であることもこの積木箱で確認できます。

それから、菅数論で自然数を調べていく内に面白いものを見つけました。素数誕生のメカニズムで単純に自然数の秩序を繰り返していくと面白いアートに出会えます。積木箱にも使っていますが、この単純な作業をどこまでも繰り返していくと現れてくる自然数のＤＮＡ（各数の約数を表

す点）は幾何学的な模様を描きます。積木箱では附録に添付した様に砂漠の砂の上に出来た風紋のような、横軸上には一定間隔で噴水のような模様も見えてきます。模様の見え方は個人的な感想ですが、『自然数の風紋』とか『自然数の噴水』と言ったところでしょうか。自然数のレントゲン写真と呼んでも良いかも知れませんね。

これで素数誕生のメカニズムが分かったので、今後は自然数の単純なルールに従って幾何学的に現れて来る素数が読み取れる図形を「素数アート」と名付けて素数の芸術表現の可能性も追究してみたいと思います。

　それでは、Ｓｅｅｋ１０　３６５問をお楽しみいただきながら、付録では自然数の積木箱から面白くても、決して気まぐれでも神秘でもない素数の真実の世界にご案内いたします。

　参考資料〔ウィキペディア〕より

　ヨハン・カール・フリードリヒ・ガウス（ドイツ語: Gaus　listen[ヘルプ/ファイル], ラテン語: Carolus Fridericus Gauss）（1777年4月30日～1855年2月23日）はドイツの数学者、天文学者、物理学者である。彼の研究

は広範囲に及んでおり、特に近代数学のほとんどの分野に影響を与えたと考えられている。数学の各分野、さらには電磁気など物理学にも、彼の名が付いた法則、手法等が数多く存在する。19世紀最大の数学者の一人である。

レオンハルト・オイラー（Leonhard Euler, 1707年4月15日～1783年9月18日）は数学者・物理学者であり、天文学者（天体物理学者）である。微積分成立以後の18世紀の数学の中心となって、続く19世紀の厳密化・抽象化時代の礎を築いたとされる。スイスのバーゼルに生まれ、現在のロシアのサンクトペテルブルクにて死去した。

ゲオルク・フリードリヒ・ベルンハルト・リーマン（Georg Friedrich Bernhard Riemann, 1826年9月17日～1866年7月20日）はドイツの数学者。解析学、幾何学、数論の分野で業績を上げた。アーベル関数に関する研究によって当時の数学者から高く評価されたが、先駆的な彼の研究は十分に理解されず、20世紀になって彼のそれぞれの研究分野で再評価されるようになった。19世紀を代表する数学者の一人である。

彼の名前が残っている数学用語に、リーマン積分、コーシー＝リーマンの方程式、リーマンのゼータ関数、リーマン

多様体、リーマン球面、リーマン面、リーマン＝ロッホの定理、リーマン予想などがある。

ジェームズ・クラーク・マクスウェル（James Clerk Maxwell、1831年6月13日〜1879年11月5日）は、イギリスの理論物理学者である。姓はマックスウェルと表記されることもある。
マイケル・ファラデーによる電磁場理論をもとに、1864年にマクスウェルの方程式を導いて古典電磁気学を確立した。さらに電磁波の存在を理論的に予想しその伝播速度が光の速度と同じであること、および横波であることを示した。これらの業績から電磁気学の最も偉大な学者の一人とされる。また、土星の環や気体分子運動論・熱力学・統計力学などの研究でも知られている。

参考資料１

パズルの作問について

独創のプログラミング

「万が一理論」のプログラミング手法について
ここで、今回公開したこれらのパズルの作問の手法について少しだけ解説する。

近年パソコンが普及し性能の高い物が自由に使えるようになり、これまでは出来なかったようなことがプログラム次第で色々と可能になってきた。

「万が一理論」はパソコンの出始めの頃から、私が２０年来温めているプログラミング理論である。

メインクロックが１ＧＨｚ超の昨今のパソコンの世界では「万が一」（１万回に１回）のことが毎秒１０万回も起こっている。人間にとっての「万が一」は不可能とか滅多にないというイメージであるが、パソコンの世界では「万

が一」は一秒間に１０万回も起こる。極めて日常的に当たり前に起こる事象ということになる。

　つまり、人間が一生掛けても実現出来なかったようなことが、「万が一」でも出来る可能性があればパソコンの世界ではできると言うことである。

　私が最初にこのプログラミング手法を考えたのは今から２０年程前のことである。

高校で電気基礎という教科を教えているときに、生徒が最初につまずく「キルヒホッフの法則」という単元がある。生徒は法則自体はすぐに理解して３元１次連立方程式を作ることが出来るようになるのだがその計算が出来ない。基本的には中学の数学で解ける方程式だが、半数以上の生徒が計算途中の小数や分数の計算で間違えたりして、お手上げの状態になってしまう状況だった。本当は計算が出来ないだけなのに、結果的に「キルヒホッフの法則」は難しくて理解出来なかったという印象を生徒が持ってしまうのが非常に残念だったので、出来るだけ途中の計算が簡単な問題を作問しようと考えて、答えが簡単な整数になる問題を自動的にたくさん作れないかと考えたときに思い付いたの

がこのプログラミング手法である。

　具体的な例を挙げて説明すると

　例えば未知数X、Y、Zの３元１次連立方程式の問題を作問するとしよう。

易しい問題にして途中の計算が簡単になるように答えが１、２、３などの単純な整数になるような問題を作りたい。

X、Y、Zの係数をあらかじめ適当に決めて

　　３X＋４Y＋５Z＝a

　　４X−２Y＋６Z＝b

　−２X＋３Y＋２Z＝c

とする。

次に、答えをX＝１、Y＝２、Z＝３と決めて　a、b、cを求めると

$a = 3 \times 1 + 4 \times 2 + 5 \times 3 = 26$

$b = 4 \times 1 - 2 \times 2 + 6 \times 3 = 18$

$c = -2 \times 1 + 3 \times 2 + 2 \times 3 = 10$

となるので

$3X + 4Y + 5Z = 26$

$4X - 2Y + 6Z = 18$

$-2X + 3Y + 2Z = 10$

　このように、はじめに答えを特定の整数の数値に決めておいてから式を作ればとりあえず当初の目的を満足する問題が一問出来るので、「世の中に目的とする形の問題は存在している」と言える。

　このような作問法は一般的なプログラミングの手法であるが、「万が一理論」のプログラミングでは「世の中に目的とする形の問題は存在している」と言う点に着目してプ

ログラムのアルゴリズムを考える。

X、Y、Zにかかるすべての係数を乱数で全く無作為に設定し行列式で計算し答えをチェックする。そして、その答えが「3つとも整数になった時に完成」と言うアルゴリズムを組む。いつ出来上がるかは分からないが、前述の式のように「世の中に目的とする形の問題は存在している」ので何万回、何億回試行したとしてもいつかは必ず出来る。

このプログラムで100問程問題を作り実際に授業で使ってみたところ途中の計算が簡単なのでほとんどの生徒が自分の力で解けるようになった。自分の力で答えを出すことが出来たという正解のよろこびはその後の学習にも非常に大きく良い影響を与える。現在でも使っている最初の実用的な「万が一理論」のプログラムである。そのプログラムは当時の東京都工業高等学校電気教育研究会で発表した。

このようなプログラムでも、パソコンの性能がどんどん向上しているので結果が出るまでの時間もどんどん私達の生活時間に近づいてきた。これまでのプログラムミングは一行でも短く1秒でも早く情報を処理できるようなアルゴ

リズムが要求されていた。それに対し「万が一理論」ではあえて遠回りをしながら「万が一」の可能性を模索する。予め作為的に色々な要素を設定しないので出来上がった問題が非常に新鮮である。「万が一理論」によるプログラミングは一見邪道のようなプログラミング手法であるが、現在のようにパソコンの性能がどんどん向上していく中で十分実用的な新しいプログラミング理論として面白いのではないかと思う。

「万が一理論」では、ルールに合った問題を作ると言う以外の作為的な指示は一切与えていないので、どんな問題が出来上がるかは（またはルールによっては出来ないかも含めて）プログラム制作者にとってもまったくの未知数なのだ。

　今回のＳｅｅｋ１０も「万が一理論」で作成した。これからも「万が一理論」のプログラミング手法から実用的な物を生み出す「ものづくり」の可能性を追究していきたい。