

●「虚」と「実」?

を含は(そのまでになって過ぎ言)にされる。スパー)の原作として有名なフィリップ・K・ルバ二)の原作として有名なフィリップ・K・ード主演のSF映画「プレードランナー」(一とのタイトルはもちろん、ハリソン・フォ

まされた。 大学された地球。政府は火星への殖 大を進めていたが、特殊者の烙印を押された 大学である。 大学でなる。 大学である。 大学でなる。 大学でななる。 大学でなる。 大学でな

してきた。 してきた。

ドランナー」)であり、ヒロインは他人の記稼ぎバウンティ・ハンター(同じく「ブレー主人公は逃亡アンドロイドを処刑する賞金

た若くて美しいアンドロイド。 憶を植えつけられて自分が人間だと思ってい

外見や言動からは人間と見分けのつかない外見や言動からは人間と見分けのつかないなるとともに、人間の中に不合格と判定されなるとともに、人間の中に不合格と判定されなるとともに、人間の中に不合格と判定されなるとともに、人間の中に不合格と判定される者がでる可能性もでてきた。このように本る者がでる可能性もでてきた。このように本る者がでる可能性もでできた。このように本る者がでる可能性もでできた。このように本る者がでる可能性もでできた。このように表

映画では登場しないが、稀少で高価な本物映画では登場しないが、稀少で高価な本物は記記であることを隠して飼っている模造羊にお記であることを隠して飼っている模造羊に由来する。

マル世界の予言である。 この作品にはいくつかのテーマが含まれている。一つは技術進歩によってりになるかということ。二つ目はバーチうこと。二つ目は人間が人間らしいとはどうさとなのかということ。三つ目はバーチ

ルバー・マーサーと精神的・肉体的に融合し、取っ手を握ると、苦行の登坂を行う教祖ウィ感ボックス」というのは、付いている二つの感ボックス」というのは、付いている二つのやはり映画には登場しないが、前述の「共

ーチャルであることを匂わせている。 (アンドロイドか仮想現実かはともかく) バ(アンドロイドか仮想現実かはともかく) がきっぽい匂いをかいう。そのほかTVの人気コメディアンもという。そのほかTVの人気コメディアンをという。そのほかTVの人気コメディアンをという。そのほかTVの人気コメディアンをしている。

さて、原作よりも有名な映画「ブレードランナー」は、人間とレプリカントとの道ならいかが、その多国籍で退廃的な独特の映像でいるが、その多国籍で退廃的な独特の映像を一般に印象づけてしまったSF映画の大元と一般に印象づけてしまったSF映画「ブレードラといえるかもしれない。

ンドロイド風美女の登場だろう。 それとともにこの映画で特筆すべきは、ア

ショーン・ヤング演じるヒロイン、レイチ ショーン・ヤング演じるヒロイン、レイチ をせる。しかも後半、髪をおろして印象を一させる。しかも後半、髪をおろして印象を一させ、主人公ハリソン・フォードがレプリカントにも関わらず愛してしまうのもやむなしと納得させてしまうのだ。

とするのは少々乱暴だろうか?アイドルが増えつつあることの予見であったてれはリア・ディゾンあたりからかCG風

味の谷現象」というそうだ。 で気持ち悪く感じてしまう。これを「不気乏しい分、似ていることがかえって死体のよどしい分、似ていることがかえって死体のよどしい分、似ていることがかえって死体のよいで気持ち悪く感じてしまう。

ところがピグマリオンコンプレックス(人ところがピグマリオンコンプレックス(人間の感情移入能力は高い。ドールの世界では素晴らしく美しい作品が多く存在するし、CG顔/アニメ顔の人気アイドルが増えているのだから、人間に似せようと思わずに、バーチャル世界の理想像を目指した方がしろ近道のような気もする。

CGか見分けにくくなってきた。 CGか見分けにくくなってきたことは皆さんも実感されているだろう。映画「マトリックも実感されているだろう。映画「マトリックス」(一九九九)のようなリアルなバーチャル世界は、TVゲームのデモ映像の中だけと思っていたら、リンデンラボ社が運営するセカンドライフに代表されるメタ・バースと呼ばれる3Dバーチャル世界の登場によって、一気に身近なものになってきた。

最近のスパコンは一台ですでに人間の脳をはし(出典①)、トランジスタの数のうえでは、とは神経細胞と機能のよく分かっていないグリは神経細胞と機能のよく分かっていないグリーをれとともに人工知性について、人の脳に

そこで、今回よっるかに超えている。

ることにしよう。 ることにしよう。 ることにしよう。 を見るようになるのかを考え が電気羊の夢を見るようになるのかを考え りが電気羊の夢を見るようになるのかを考え りが電気羊の夢を見るようになるのかを考え

SF作品の人工知性と仮想世界

ぱな変遷をたどってみよう。性とバーチャル世界について、そのおおざっ括を進める前に、SF作品のなかの人工知

人型ロボット―ヒューマノイドではアイザック・アシモフが元祖といってよいが、同時ック・アシモフが元祖といってよいが、同時に活躍したロバート・A・ハインラインは期に活躍したロバート・A・ハインラインは期に活躍したロバート・Bにとっての代わりに登場させたのは「月は無慈悲なその代わりに登場させたのは「月は無慈悲なその代わりに登場させたのは「月は無慈悲なの女王」(一九六六)のヒーロー、巨大コンピュータのマイクである。

月世界行政府の地下深くに存在する彼/彼 月世界行政府の地下深くに存在する彼/彼 マイクロフト・ホームズ (高選択性・論女、マイクロフト・ホームズ (高選択性・論女、マイクロフト・ホームズ (高選択性・論女、マイクロフト・ホームズ (高選択性・論文にて批評詩を発表する。しかしマイクの本として批評詩を発表する。

「愛に時間を」(一九七三)に登場するミネ

ルヴァ (その後、人間に生まれ変わる)とその妹のアテナも巨大なコンピュータのようだ。同作品では小型化が進んで、ラザルス・ロングのスペース・ヨットのドーラが、また「獣グのスペース・ヨットのドーラが、また「獣が、やはり人間の頭サイズにはとても納まっが、やはり人間の頭サイズにはとても納まっていない。 なぜハインラインがヒューマノイドを登場させなかったかといえば、アシモフと同じことをしたくなかったというのが真相のようだとをしたくなかったというのが真相のようだとしたくなかったというのが真相のようだとして、

なせバインラインがヒューマノイドを登場させなかったかといえば、アシモフと同じこが、人間の脳という高度な機能を実現するのだ、人の脳と同サイズなのはリアリティーにに、人の脳と同サイズなのでがのが真相のようだとをしたくなかったというのが真相のようだとないだろうか。

乗り物タイプで最も有名なものといえば、 乗り物タイプで最も有名なものといえば、 一ブリック「2001年宇宙の旅」(一九六八) に登場するHAL9000だろう。それより 前の知能を持った乗り物といえばTVアニメ 「未来からきた少年 スーパージェッター」(一 大六六)のタイムマシン流星号があるが、これは忠実な猟犬程度の知能といってよい。

配し、コンピュータ同士で喧嘩を始めてしま手塚治虫「火の鳥―未来編」(一九六八)で手塚治虫「火の鳥―未来編」(一九六八)でをおろかなものとみなして核戦争を起こす。

九九〇)では、地球内部のコア=マントル境界の高温超伝導領域が自意識を持っており、インターネット上に意識を移した人間と対話できるようになってはじめて、ガイア知性とできるようになってはじめて、ガイア知性とできるようになっては「気づく。さらにユニー人類がお互いの存在に気づく。さらにユニークなのはフランク・シェッツィングの「深海のYrr」(二〇〇六)に登場する海洋知性体。の交換によってはるかな過去からの記憶を保存する。

「新世紀エヴァンゲリオン」(一九九五)ではカスパー、バルタザール、メルキオールとはカスパー、バルタザール、メルキオールとされ、人格移植オペレーションシステムを搭むたMAGIというスーパーコンピュータで構成したMAGIというスーパースルールというない。

人それぞれが持つジレンマを表現したもの。3台それぞれが人格を持っているのではなく、

惑星規模のコンピュータ・ネットワークは、またバーチャル世界の舞台でもある。前出の「マトリックス」では、人々が機械文明に支配され、培養器につながれていることも知らずにバーチャル世界で文化的な生活をすごしている。この世界には人間だけでなく、プログラムの一種であるエージェントも人間と変わらない姿で人間を監視している。 現実世界では、一時期、いわゆるグリッド・ 現実世界では、一時期、いわゆるグリッド・ コンピューティング、すなわちひとつの目的 のために世界に散在している多数のコンピューティング、すなわちひとつの目的

一室にある同種コンピュータを局所ネットワー室にある同種コンピュータを局所ネットワークで結ぶよりも、とへの期待が高まった。とりわけ地球外文明とへの期待が高まった。とりわけ地球外文明とへの期待が高まった。とりわけ地球外文明とへの期待が高まった。とりわけ地球外文明とへの期待が高まった。とりわけ地球外文明とへの期待が高まった。とりかけ地球外文明とへの期待が高まった。とりかけ地球外文明とへの期待が高まった。とりからのが有名である。しかし現場では、一時期、いわゆるグリッド・現実世界では、一時期、いわゆるグリッド・現実世界では、一時期、いわゆるグリッド・現実世界では、一時期、いわゆるグリッド・

隆盛のようである。 ークで結ぶコンピュータ・クラスターの方が

実は「マトリックス」の一年前に出版された鈴木光司の「ループ」(一九九八)では、た鈴木光司の「ループ」(一九九八)では、グリッド・コンピューティングではなく、スグリッド・コンピュータでバーチャル世界が創り出される。「リング」三部作の最終作である本作品のぶっ飛び方は凄い! 近未来、生命の進化を検証するため、あらゆる物理現生命の進化を検証するため、あらゆる物理現で人工の人々までがシミュレーションであると疑うことなく暮らしているのである。

.

界には人工知性が人間のアバター(身代わり) と見分けが付かない姿で登場してくるものが 多い。今回紹介するセカンドライフ内で出会 ったアバターの中にも、ほんとうにネットワ ーク内で目覚めた人工知性かと思えるぐらい のスーパーマン/スーパーウーマンがいる。 女性のドレスも作れれば、どこかの異星の風 景も描けて、ドイツ人なのに繊細な和風建築 を手がけていて、しかも巨大地下空洞世界の 開発プロジェクトにも参加しているという、 とても一人の人格がやっていることとは思え なかった。 う。

きた。 きた。 きた。

この惑星規模の知性体としては映画「ターこの惑星規模の知性体としては映画「ターしているところがなにやら意味ありげな予言となっているところがなにやら意味ありげな予言となっているところがなにやら意味ありげな予言となっているところがなにやら意味ありげな予言となっている。

~ド・ブリン「ガイア―母なる地球―」(一この惑星規模の特異な例として、デイヴィ

覚めて我々の前に登場することになるのだろさて将来、どのような形態で人工知性が目

をさっそくのぞいてみるこ.... 次に実際に運営されているバーチャ アー**ルル界―セカンドライフ** をさっ ぞいてみることにしよう。 チャ 世界

は果たしてどうだろうか? セカンドライフ 昔の 0 しうるようになっ からデモ映像のクオリティ れたものではなか となり、 例を示そう (図1)。 C 用 3 D プレ 以下 5ってきた。3D仮想空間、イ画面でもまあまあ感情移 つたが 「SL」と呼ぼう) 0 ヒロ プレステ2あた そのクオリティ は素晴らし で

れぞれ美を競っている 現している。 りのこだわりとスキルでもって自分自身を表作品を得意とするアーティストであり、かな 女 (出典②) 一二メートルをフル さを感じさせるに十分なレベ このようにアップで見ても美しさ、 はこの世界で視認可能な距離五いせるに十分なレベルである。彼 アクティブな女性ユーザーはそ初期設定の外見はもっとやぼっ る。 に生かした大規模な芸術 ヘルである。 セクシ

も写ってい に紹介する画像の中には筆者 決して自分を偽るつもり画像の中には筆者のアバ

図1 アーティスト comet Morigi

しいただきたい。しいただきたい。 さて、 あってもかなり高価なので、

営されていたが、今は教育貢献ということで ースシャトル、国際宇宙ステーA関係の地域を訪れてみよう。 予算を得ているようだ(図2、 並んでいる。ここは当初はボランティアで運 スコロニー、 SF好きの皆さんなら、 サター ・ンロケ ッ ーション、スペ 出典③ トなどが立ち まず N Α

帆船やクル ザ が並ぶマ ij

なら十

 $\underbrace{3}_{\circ}$

て、

ヮのはむずっ

かし

のモノ っておくと、 本誌

の外見があまり売ら なのはお許 B

ある。こちらはボラン別の場所にはスター 高額の運営費に苦しんでいるようだ | こちらはボランティアで運営されてい| |場所にはスタートレック関係の地域も **図**

4)。 おりなく海面に背景がと逆さに映っていることに注目された 揺らめく海面に背景がちゃん ナの風景も 11

て売ってい い海色と巻き波・砕波はナイマン・ブルーム上の標準環境というのではなく、浅瀬の美し波も見事である。といってもこのすべてがS波も見事である。といってもこのすべてがS て売っているもり(写:、一というこの世界のデザイナーがSL内で作っというこの世界のデザイナーがSL内で作っ これらの景観について断売っているもの(図5、一

·ないことは承知いただきたい。SL内クロ画像ではごくわずかなことしか伝

ンライ

刻々と変っ ぐ木々、 感して受けるインパクト に入って周囲三六○度、さらに空を仰ぎ見て、 風や潮騒の音や鳥の声、それらを体 わる雲、 波にきらめく光、 風にそよ

で楽しんでもらい デュオ ムで定評のあるグラフィックカ高い広々とした景色が味わえな する。 する機種があるが もできそうもな で楽しんでもらいたい。×一○八○ピクセルのフ もちろん使用する シングル . プロセッ いた コア サ 3 G 色が味わえない。PCゲースパソコンの能力にも依存ってパリコンの能力にも依存った。 フル解像度のモ Н を伝えることはとて 以上、 PCゲー 一九二〇

ては安くてもゲ えんだろう。 ところがアクティブ・ この高スペ ろがアクティブ・ユーザーが伸び悩むゆ安くてもゲーム機としては高い。ここの十一万円で購入できるのだが、PCとしの高スペックが今ではゲームPC専門店

(セカンドライフは何をするところ セカンドライフとはなに か、 一言で言い表 ?

オンラインゲー とい ン商店でもな ショ って、 ムとは明らかに違う。 ンも アマ ν ム」と紹介されることが多 ベ ル ゾンや楽天のようなオルアップ時のご褒美も クリア す

なべい「すの いっきが、ソ

きミ

いされている土地、 住



図4 Star Bay Yacht Marina



図5 海面反射 (Naiman Broome)



図6 巻き波 (Naiman Broome)

商品の宣伝ブースとなることを期待して進出使えないものがほとんどである。現実世界ではーなどはアバター用であって、現実世界では居、家具、美術・工芸品、衣服、アクセサリ

界よりもはるかに自由かつ安全に楽しむことしかしこの世界ではさまざまなことを現実世 ができる。 した企業の多くは失望したに違いない。

できる。 の演奏を楽しむことができる。コンサートでは臨場感のある音 ンスを楽しみ、 ん人間以外のものですら自由に化けることが着せ替え、コスプレは、性別変更はもちろ トでは臨場感のある高品位な音で生んみ、仲間と踊って楽しみ、ライブ ダンサーによる見事なパーフォ 1 マ

銃器による戦争ごっこをやっても、無関係なる。現実世界ではたちまち禁止されてしまう け巡ることができる。乗り物に乗らなくとも、さまざまな乗り物を操って大空や海中を駆 SL内のアーティストやクリエー人に迷惑をかけることはない。 ように自分自身で高速飛行しながら遊覧でき 見事な街並みや自然を眼下にスーパーマンの

を駆使することができる。なんせアーティスけではない。はるかに高い自由度の表現手段 はさまざまな美術品、 径五○○メートルもの半球状の空間をキャトは高度二○○○メートルの位置に立ち、 を作るが、 現実世界のレプリカとして作るだ ルもの半球状の空間をキャ 工芸品、 街、 庭園など ター -たち

> ティクルを思いバスとして、よ のだ。 さまざまなオブジェクト 65 のままに動かすことができる Þ

けでもいくら時間があっても足りないぐらいている。そんな名所を探し出して観て回るだ然の景観がクリエーターたちによって造られた、あるいはまったくオリジナルな都市や自たとしてSLには既存の名所・旧跡を再現し

ŝ 世界の経済学)

れまで述べてきたことを、 でロ うことなく楽しむことが可能である。 り立っているのだろうか? ユーザーは無料では、そんなSLはどういう経済原理で成 グインでき、無料商品も豊富であり、 ほとんどお金を使

となっ にはSLの設計思想が深く絡んでいる。それは今、かなり撤退しているようである。それ したことが話題となり、日本でもかなり話題で一億円相当の利益をあげたユーザーが誕生二○○六年にSL世界の土地の造成と分譲しかし「無料の昼食はない」はずだ。 た (出典④)。その時に参入した大手

つの地域をシミュレーションするという原則ワークステーション用の汎用CPU一個で一ワークステーション用の汎用CPU一個で一は一晩で数千人以上のアクセスがあることもは一晩で数千人以上のアクセスがあることも ホー ムページやブログは、 話題性によって

> グインすることも普通だそうだが、その地域である。以下「SIM」と呼ぶことにする。である。以下「SIM」と呼ぶことにする。である。以下「SIM」と呼ぶことにする。ートルが一単位となっていて、サッカー競技ーの地域とは二五六メートル×二五六メーウの地域とは二五六メートル×二五六メーカー ないことも起こりうる。それを避けるため、くそこにログインしているはずの知人に会えを何台ものCPUで並列処理する結果、同じ ぜそんな制約があるかというと、SLで上はログインできないようになっているを守っている。その結果、一地域に五十 るようにすることにこだわっているからだ。 じ地域にログインした人々が必ず互いに会え S L で は 同 ている。 。人な以

消してしまったSF映画のようだ。ないことも多い。なにかの異変で人々が姿をのSIMでは訪れても他のアバターと出会わ 造っても現実世界の賑わいとは程遠い。多くこの結果、SL内に銀座のような名店街をSLにはこのような制約があるのだ。

景な街並みに失望し、 ト販売のように売りたいという企業は当然の するだろう。 ような期待をもって登録した人たちは、殺風 ことながら失望するだろう。ユー 現実世界の商品を現実の商店あるいはネッ 店員 0) いな ・ザー い店に失望 ・も同じ

内で買ったり借りたりするしかしSLの魅力がわか ってくると、 前述の と S お L S

でしか使えない商品や土地や部屋であるといり、あくまでもSL世界のアバターがSL内 うことが分か ってくる。

7 いる では今現在、 のだろうか? SLの運営費は結局誰が 払

家具、家屋、地形などのさまざまなオブジェクトのデータベースと、さらに各地域にあるクトのデータベースと、さらに各地域にあるかされている。そのために、現在、約七千台かされている。そのために、現在、約七千台の汎用サーバーが用いられている(それぞれの別用サーバーが用いられている(それぞれの計画から4個のCPUを持つ)。このレンタが1個から4個のCPUを持つ)。このレンタル費とリンデンラボ社の社員三〇〇人以上の地域にある。 規ユーザーがどの強裁政府は、2 りようとす。 の商品も豊富に揃えている。これによって新の独裁政府は、住民には税金をかけず、無料の独裁政府は、住民には税金をかけず、無料給料その他もろもろの運営費がかかっている。 うもくろむ一方、土地=サーバーを持つ者に規ユーザーがどんどんSL世界に入植するよ は重い税金をかけるという方式によっている。 SL世界はアバター、衣服、アクセサリ を買うために月数百円も使えば豊かに一銭の課金もない。人より少ししゃれ くの所持品を持っていようと、それをはどういう意味かというと、住民がい 内に所持したまま世界中を飛び回る ところがいったん部屋や土地を借

> ろいすることはできない。り、あまり恥ずかしいかっこで長々と身づく 必要になるようだ。この世界、閑散としていろうか? 女性の場合はまず着替える場所がどんな場合に土地や部屋が必要になるのだ ミニマップで見つけて近付いてくることがあ かなかなれない。どこでも一人か二人はいて、るようで長時間一人きりになろうとしてもな

それに、買ったらすぐ着れるものばかりでなく、箱入りのものも多い。ここがSL世界の仕組みの面白いところで、所持したままでは箱を開けることはできず、いったん床に置かなければならない。これを「Rez」といってHDDからメモリにデータをロードするようなものだ。買ったものに手を加えたり自作したりするにもRez。苦心の作ができれば、飾って人に見せたり売ったりしたくなるのが人情というものだが、それにもRezできる場所が必要である。

場所が欲しくなり、どうせそういう場所を借ずらわされず自由に着替えやRezができるれも短時間に限られている。そこで他人にわ な場所を求めるニーズが生まれてくる。 りるなら景観のよい場所や、 ところが自由にRezできるのはサンドボ クスという限られた場所だけであって、そ 売るのに好都合

人がなに いろんな人と交流す か しらモ

りあげているわけである。 同時に、この世界を魅力ある美しい世界に創世界の経済の最終的な担い手となっているとた人たちが土地や部屋の借り手となり、SL すなわち、SLにモノづくりの魅力を感じづくりをしていることに驚かされる。

かならずしも魅力ある街となるとは限らず、確保し、立派な街並みを整えるが、それらがてきた企業は、豊富な資金で広大なSIMをところが商業的な目算でSL世界に進出し している。それがSLの現状であろう。るささやかながら魅力的なSIMも多く誕生 でいるわけでもない。結果的に撤退を余儀な くされ、消滅するSIMも多いが、個人によ またこの世界で必要とされている商品が並ん

リティーについては大変よくできているものひととおりSLの世界を紹介したが、リア**●カエルのバタフライ論争** ところは大幅に簡略化されている。

ションでも目下の懸案とされているのは波やアル。しかしそんな進んだゲームシミュレー事だ。風に髪や衣服や木々がはためくのもり事だ。風に髪や衣服や木々がはためくのもり事だ。風に髪や衣服や木々がはためくのもり 飛沫のシミュレーションである。

'いるほか、海岸に打ち寄せる波、流れ落ち海面の揺らめきは標準環境として用意され



も水の動きを物理法則に従って計算している 見えるものを用意している。 わけではないので、たとえば人が水中に入

でるみで泳いでいると思う人はいまや少ないれているが、これを一○○%実写、つまり着のバタフライのCMがある。今もテレビで流のバタフライのCMがある。今もテレビで流ります。 ても波しぶきはたたない。 見事な実例として、

しかし、

いずれ

っ

がそれらしく

タ

どはそれらを売るクリエーター

が蹴立てる波しぶきな

者としてはかなり辛

「男たちの大和 い問題である。 Y A M A T

た戦時中の戦艦の船首波とは明らかに違うもないきれいな船首波は勇壮な波を蹴立てていGの大和に貼り付けているが、造波抵抗の少 た本物の自衛艦の船首波を撮影し、それをC ○○五)では船首にブルースクリ ーンを貼っ

は船首波を飛沫のかたまりでごまかす方法。 a。これには三種類の方法があって、一つ目この問題を解決する唯一の方法はCGであ レステ3の「アーマードコア3」(二〇〇八)

がかかる。 する方法がある。シーンが長いと大変な労力に計算させる。それらのコマを繋げて動画に り屈折したりする効果をコンピュー ソフトで波の形状を作り、二つ目に、一コマーコマ 二つ目に、 一コマについて3D作画 光が波に反射した - タで厳密

とはコンピュータにおまかせである。境界の形状と計算格子の生成ができれば、 な物理計算である必要はなく、数値的に解くことで再現する。 決めておいて流体の動きや波は流体方程式を らしく見えればよいので簡略な方法を用いる。 それ比べ、 三つ目の方法は、 もちろん厳密 物体の境界を ある程度本物 あ

にくくなったのは、海洋SFの普及を願う筆海で波を切り裂いて走る船のシーンが登場し

を格段に高めたSF映画において、

以来、

れは粘性とか表面張力とかの相似則までは満波とは明らかに違うものとなってしまう。そ どうしてもねっとりした感じになって現実の

足してい

ないからである。 「2001年宇宙の旅」

前出の

図7 ればよいのだが、それで撮影された映像は、パラメータが同じになるよう速力をあわせるとよい。あとは高速度カメラでスロー再生すとよい。あとは高速度カメラでスロー再生すとよい。あとは高速度カメラでスロー再生すとよい。あとは高速度カメラでスロー再生すにおける波やしぶきの話をしておこう。ミニにおける波やしぶきの話をしておこう。ミニ

いのである(図7)。だろう。ところがこれがすべ

実はそうではな

ところがこれがすべてコンピュー

タ

る。

のであっ

た

その前に、

昔のミニチュア船を使っ

た特撮

るモーターボー

モーターボートなどはこの方法によってい海洋戦闘シーンとか、SL内で売られてい

0) プ

る。

うになった。 5 このところ、 な つ目の方法で再現されるようになって、 いリアルなシーンが繰り広げられるよのミニチュアセットでの撮影では考え 都市を襲う津波のシーンなど ンが繰り広げられるよ

エルが水泳する周りのと思っていた。といる 返し眺めていたら、あることに気付いた。 生成が簡単ではないからだ。そんなことまで 生成が簡単ではないからだ。そんなことまで ず時々刻々変化する境界あるいは計算格子の れているのである。 カエルの前方の流れが川の流れのように乱 ライの波や飛沫は流体計算に違いないと思うこういう状況を踏まえて、カエルのバタフ てはこれが流体計算だったらビッ 人が私の周りには多かった。ところが私とし というのは、 の流体を計算するにはま 関節を持ったカ クリ仰天だ

ロ流式のプールで撮影された。 した水面の中で泳がせるだろう。 ではないではないではいかせる ある。 されて のでは……と疑問が膨らんでい を着て泳がせて、それにCGで加工している この $_{\rm G}^{\rm C}$ なものだ。 な 13 らい。素のカエル・ る可能性がある。 のモデル 素人にありがちなバ ルで撮影された実写映像が利用で泳がせるだろう。このCMは(算でカエルを泳がせるなら静止 0) まさか、 (にありがちなバタフライで)バタフライは水泳選手の泳 なら水泳部員の カエルの着ぐるみ そういう目で見る < の映像を使

最近 Ť デ ・タの 公式サイ

っ

にレールを敷いてカメラを載せた台を走らせ力技だったのだ。回流水槽ではなくプール底の反射・屈折を計算させるという従来方式のの区射・屈折を計算させるという従来方式の で泳ぎ、 たタイの少年が青い全身スーツを着てプール種明かしがされた。オーディションで選ばれ ている (出典⑤)。 それにCGのカエルを重ね、 さらに

不可能なはずだ。 非圧縮性流体計算の実行効率が極めて悪くて 化したいわゆるコンピュータ・クラスターは、 キングの上位を占める汎用CPUを多数並列きくできないだろう。一方、スパコン・ラン テーションだと思われ、そんなに分割数は大のは共有メモリが大きいSGI社のワークス もし流体計算で作成するとしたら使われる

ある。 れない。ハリウッド映画の豊富な製作資金が得意とする地球シミュレータなら可能かもし得意とする地球シミュレータなら可能かもし 固定した直交格子でやってしまえる可能性計算格子を生成するかわりに、非常に細か 体計算するとすれば、 もし 現在の技術でカエ 物体の形状に合わせて時間変化する 高解像度な流体計算を ってしまえる可能性がわりに、非常に細かい ールのバ タフライを流

なってきてい この ン結果がどこまで現実と見分けが付かなく 地球シミュ るか、 図 8 レル 衛星画像と比較した画像 タESのシミュレ

3

れた一キロメッシュの計算が可能となるのは、球にわたって雲を解像するのに必要と考えら性能向上を開発目標とした。その時点では全 いる。 するなど大きな期待を抱かせる成果を挙げてな熱帯積雲の集団に現れる特有の現象を再現 な熱帯積雲の集団に現れる特有の現象を再現は全球三・五キロメッシュで行われ、大規模標を大きく上まわる性能を発揮し、この計算 さらに一○○○倍の性能を持つ次世代スパコ 一○キロメッシュで行えるよう一○○○倍のの計算は全球一○○キロメッシュだったのを ンと考えられていた。ところがESは当初目 ESはそれまでの全球大気海洋結合モデル

(後述)で達成できるかもしれないと思わせるリプレイスやスカラー機とのハイブリッド化世代スパコンの開発を待たなくても、ESの的に解像度を上げるという手法を使えば、次的に解りのできる。 的に解像度を上げるという手法を使えば、ルモデリングといって、雲などの領域だけ連結階層シミュレーション又はマルチスケ連結階層シミュレージョン以はマルチスケットのでは別グループ(出典⑦)が取り組 ところまできてい 、 る。 が取り組 ルチスケーが取り組む

●スカラー

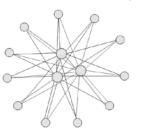
すには、 難しい。 ユ 、には、まずスカラー機とベクトル機の違いレーションできるようになってきたかを話 現実世界 のスパコンがどこまで地球をシミ これはなか なか

-機対ベ クト ル機の仁義なき戦 61

47

0

ベクトル機の計算ノード間ネットワーク (単段クロスバー方式で3分割の例)



クロスバースイッチ(中央)を介してノード間を常時接続 ESでは127分割して転送(クロスバースイッチが127)

図10 単段クロスバー・ネットワーク

オ関係でも、

理化学研究所のMDGR

A P

Eの方がもっと高性能なのだが、

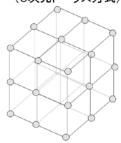
こちらはた

んぱく質などの分子動力学に特化した専用C

正当な評価を受けていないのは残今なのでLINPACKが動作せず、

心であ

スカラー機の計算ノード間ネットワーク (3次元トーラス方式)



上下、前後、左右のノードとは直接通信し、遠方のノー ドとの間はたくさんの計算ノードを経由して通信する。

(左) ひまわり6号の衛星画像。(右) 3.5kmメッシュでのシミュレーション結果 ら直接読み込んだら、

図9 3Dトーラス・ネットワーク

シミュ き放している。 を二倍以上に伸ばしてスカラー機の追従を突 位を保持したまま、 Cというキャ たように見える。 、ES2が主任務として チマ レーションにおいてはいまだESが一 スカラ クテスト上での決着であ ・ッシュ 機の勝利という結果に終わ ところがこれはLIN 後継機ES2がその性能 メモリが効果をあげるべ いる地球システムの 決着であって、ES って、 Ρ A 5

さらに言えば、 機にとってなんでもないはずだが、気候モデを突破して圧倒的な差をつけているスカラータフロップス(=一〇〇〇テラフロップス)どの記録は、すでにLINPACKでは一ぺどの記録は、すでにLINPACKでは一ぺ ル賞だ(表1)。ESが大気大循環で達成しうであるかを端的に示すものがゴードン・べその証拠に、応用プログラムでの性能がど で達成した一六・四テラフロップス、非圧熔 ではESより一ケタ低い二・七六テラフロ ルで十二・八テラフロップス、 体乱流計算で達成した二六テラフロップスな う成績にとどまっている (表2)。 スカラー 機が得意とする 非圧縮性流体 非圧縮性流体 磁気流 ッソ

ている。 を繰り返し読み込んで計算できる用途に適し 結した小容量のキャッシュメモリ 多数使って並列処理するもので、 算する汎用CPU(スカラー まずスカラ ベ ク 機とは、 ル機とは、 一つの命令ごとに計 デ プロ タを CPU に 直 セ からデー メモ 1) タ

が相互作用を及ぼす現象には都合がよく、遺ればならない。しかしこれは近くの粒子同士するにはいくつかの計算ノードを経由しなけま合されているが、遠くの計算ノードと通信 モリに収まらない大容量のデータを処理ロセッサ)で計算するもので、キャッシとめて行うことのできるCPU(ベクト 左右・前後に隣接する計算ノード同士は密にのは3次元トーラス方式である (図9) 。上下・ 説明してみよう。 行して行える計算でコストパーフォーマンス伝子解析や粒子計算など多数の計算を同時並 のに適している。 両者の計算ノ まずスカラー機で典型的な・ド間ネットワークの違いを タを処理する - クの違いを

説明しよう。これはクロスバースイッチといミュレータESの単段クロスバー方式を例にの関係者にクレイジーとまで言わせた地球シ う昔の電話交換機と同じ原理のものを介して、説明しよう。これはクロスバースイッチとい ベク レイジー ネ ッソ ŀ ワ クは、 海外

ロッサ)を すべての計算ノ

えも減りもしないという連続条件を満足させその計算にはすべての領域において流体が増流体の計算に特に有効である。というのは、 接続している (図10) これは海洋大循環モデ 、ルのよう な非圧縮性

(ベクト ル機の敗北?)

-ヤッシュメ

ルプ

複数の命令

の計算をま

る必要があるからだ るために、大容量のデー

タを常時やりとりす

七十三位を最後として後継機にバトンタッチen/Lに追い抜かれ、二〇〇八年十一月のた。その後、スカラー機であるBlueGeた。その後、スカラー機であるBlueGeによるスパコン・ランキングの一位を保持してLINPACKというベンチマークテスト された。 七十三位を最後として後継機にバトンen/Lに追い抜かれ、二〇〇八年十 てLINPACKというベンチマーク機であって、二○○二年から二年半に 研究所、 さて、 か共同開発しNECが製作したべ 宇宙開発事業団、 地球シミュ レー タ 海洋科学技術 は原子

したSX-経営不振を理由に製造フェーズの契約には参ベクトル部の開発を担当してきたNECが、の間、日本の次世代スーパーコンピュータのに二十二位でランキング初登場となった。そ 心な たSX―9/Eであって、二〇〇九年六月後継機ES2はNECの商業機をベースに と表明した。

これらの動きだけを見れば、 ベ ク ・ル機の

(スカラー機の正体)

を投じることとなった(出典®)。それによーの四六億ドルという膨大な研究開発費間に、地球シミュレータ開発費のなんと一〇間に、地球シミュレータ開発費のなんと一〇時ばれてにわかに注目されるようになった。呼ばれて n e /Lが一位を容って二〇〇四年十一 つけて一位をとり、 かった。ところがE いか n る。は / R L o が になぞらえてコンピュートニク・ショ トニクが米国の宇宙開発に衝撃を与えたこと をとるまで専門家以外に注 そもそも た。ところがESが二位に五倍もの差を adrunne 一位を奪還し、 L I N 一月以降はBl 旧ソ連の人工衛星スプー A C K 自体、 erが一位となっ 、二〇〇八年十 e 任目されることはない自体、ESが一位 u e ッ なって 一 一 日 e クと

故障により計算ノードが率の問題がある。ESで しても どがスカラー機で計算できたとしても、 及ばな CPU数ではESよりもはるかに多いスカラ 機の場合、 (ばないのは前述の通りだが、気候モデルなところが非圧縮性流体計算ではESに遠く な 程度である(出典⑨)。 題がある。ESではなんら 。響が少なくなるようプログラミもちろん計算途中でどこか故障 停止頻度がどの程度かは公表さ (出典⑨)。それに対し、ドが止まるのは毎月平均Sではなんらかの部品の

49

間をワンステップで常時!

表2 地球シミュレータとBlueGene/Lの性能比較

項目	地球シミュレータ	IBM BlueGene/L (65,536プロセッサ時)
ピーク性能	40.96 TFlops	183.5 TFlops
LINPACK実効性能 (ピーク性能比)	36.86 TFlops (90%)	136.8 TFlops (75%)
非圧縮性粘性流体 実効性能 (ピーク性能比)	16.447 TFlops (50.2%)	2.76 TFlops (1.5%) * 1
大気大循環 実効性能 (ピーク性能比)	26.58 Tflops (64.9%)	推測値で 12.8 TFlops (7%) ※2

**1 : Andrew W. Cook(3 th, "Tera-Scalable Algorithms for Variable-Density Elliptic Hydrodynamics with Spectral Accuracy'
**2 : John Michalakes(3 th, "Weather Research and Forecast Nature Run"

でベク ではなぜスパコン・ョかざESM3がスカラー機研究所との共同研究の中間ではなぜスパコン・ョ な こととなっ 機は今やES2のみとなりスパコン・ランコ 代スパ つ きかえている(表3)。 カラー機用であるのを、わざが究の中で自らの気候モデル研究の中で自らの気候モデルーサー たか 気象予報程度で 1 り $\overline{\bigcirc}$ ・ズに参 また あ

されて 実の 3 テ プさ を行う場合にネーの大部分を使った る。 , スター (ター 結局、 イックとならった長時間の「するしかな とならない。 は中で保存しないないので は中で保存した。 ので、 かユ したス 懸念 V シ

結合

で民生用ベクトル機を開発させているのである。その結果、スカラー機とベクトル機のハイブリッドであるXT5hが二〇〇七年に販売されている。 また政府間気候変動パネルIPCCで数々の気候モデルによる計算を行った気象研究機の気候モデルによる計算を行った気象研究機関のスパコンを調べると、欧州を中心にNE区のベクトル機が多い。しかも米国の国立大気研究センターNCARですら、なんとESを使った大量の計算結果をIPCCに提出していたのである。NCARは日本の電力中央でいたのである。NCARは日本の電力中央でいたのである。NCARは日本の電力中央でいたのである。 ネルギージ とを認め クト ·省 D É ル 65 ル機を生産させているないる。クレイ社には密から、米国もベクトル機が あるXT5hが二〇〇七年に販、スカラー機とベクトル機のハール機を開発させているのであり、 のののののであれているのであいます。 Õ ンェクトのなかいるほか、米エは密かに米軍向は密かに米軍向

SX―9のフルスペックの約六分の一の規模に抑えられたせいだ。 ESの開発費四○○億円を含めた性能価格 比では五倍以上に向上していることにはなる のだが、現実は二倍強にすぎないから、質的 に大きく飛躍することは難しいだろう。 実は、JAMSTECはスカラー型スパコ ンも保有しており、近い将来そのリプレイス が予定されている。その際にはベクトル機で あるES2と新しいスカラー機をハイブリッ ド化し、スカラー機が得意とする計算はスカ ド化し、スカラー機が得意とする計算はスカ いることから、レンタル費ほかの年間費用がれは次世代スパコンの開発が別途進められて少し超える性能アップにとどまっている。こ少にを継機であるES2はESに比べて二倍を後継機であるES2 それまでの運用費に納まることが条件となり、 (ES2とそれ以降?)

なってきたこと、ば安価なスカラー 売で苦境に立たされていることになる。すなわちNECは性能で勝利しながら、 を使えば済むことなどが考えら - ガル モデル 高性能計算 0 計算は日本のES 機でも実用に供するように また高解像度な大気・海 セン タ 上にある。 つや独シュ S X ツ 商 ッ洋 9

表1 ゴードン・ベル営

(大字は日木のスパコン)

年	部門	受賞対象	実効性能(ピーク性能比)
2008	最高性能賞	Cray XT4による高Tc 半導体の不規則効果シミレーションにおける400 TFlops以上の性能維持を可能とした新アルゴリズム	409 Tflops
	革新的アルゴリズム賞	Cray XT4による原子1000個のナノ構造の線形スケーリングな分割統合電子構造計算	107.5 Tflops
2007	最高性能賞	IBM BlueGene/Lによるケルビン・ヘルムホルツ不安定性のミクロン・スケールの原子シミュレーション	54.4 Tflops
	ファイナリスト	地球シミュレータによる大規模半導体システムの第一原理 計算(FHASE)	14.6 Tflops
2006	最高性能賞	IBM BlueGene/Lによる高Z金属の大規模電子構造計算	207.3 Tflops
	佳作	MDGRAPE-3によるペプチドの凝集過程のシミュレーション	370 Tflops (汎用計算機 換算で185 Tflops)
	ファイナリスト	地球シミュレータ による量子多体問題の厳密数値アプローチ	24.6 Tflops
2005	最高性能賞	IBM BlueGene/Lによる凝固シミュレーション	100 Tflops以上
	ファイナリスト	地球シミュレータ による捕獲Fermion-Hubbardモデル用 の1590億次元の厳密対角化	16.447 Tflops
	ファイナリスト	地球シミュレータによるLattice Boltzman法を用いた磁気流体乱流シミュレーション	26 Tflops 以上
2004	最高性能賞	地球シミュレータ による地磁気ダイナモシミュレーション	15.2 Tflops
2003	最高性能賞	地球シミュレータ による地震シミュレーション	5 Tflops
	特別賞	GRAPE-6によるカイバーベルトの進化の多体シミュレーション	33.4 Tflops
2002	最高性能賞	地球シミュレータによる全球大気大循環シミュレーション (AFES)	26.58 Tflops (64.9%)
	言語賞	地球シミュレータ による核融合3次元流体シミュレーション	14.9 Tflops
2001 -	同特別賞	地球シミュレータによる乱流直接数値シミュレーション(非 圧縮性流体)	16.4 Tflops (50.2%)
	最高性能賞	GRAPE-6による銀河中心核におけるブラックホールの 運動の多体シミュレーション	11.55 Tflops

表3 世界の主な気象研究機関の保有スパコン

(太字はベクトル機)

国	気象・海洋研究機関	スパコン
	海洋研究開発機構	ES2 (SX-9/E) SGI Altix 4700 NEC SX-8R
	東京大学気候システム研究センター	日立SR11000/J1 (ES を使用)
日本	気象研究所	NEC SX-6 (ESを使用)
	国立環境研究所 地球環境研究センター	NEC SX-8R、Express5800-120Ri-2 (ESを使用)
	電力中央研究所	NEC SX-8 (ESを使用)
韓国	韓国気象局	Cray X1E
中国	中国気象局	IBM eServer pSeries 655
中国	北京気象局	IBM eServer pSeries p5 575
豪	豪州連邦科学産業研究機構 海洋大気部門 高性 能計算通信センター	NEC SX-6
	NOAA地球流体力学研究所(GFDL)	IBM eServer pSeries p5 575、SGI Altix 4700
米国	NASAゴダード宇宙研究所	SGI Origin 3800
700	国立大気研究センター(NCAR)	bluefire - Power 575, p6 (IPCC/AR4にはESで大量の計算結果を提出)
カナダ	カナダ環境省気候モデリング・解析センター	IBM eServer pSeries p5 575
ロシア	Institute for Numerical Mathematics	Hewlett Packard 2620 server
	シュツットガルト高性能計算センター(HLRS)	NEC SX-9
ドイツ	マックスプランク気象研究所	CRAY XT3TM (HLRS (SX-8) を使用)
147	独気象サービス(DWD)	NEC SX-9
	ボン大学気象研究所	(IPCC/AR4にはDKRZの SX-6 を使用)
英国	気象局ハドレーセンター	NEC SX-6/SX-8
仏国	仏気象庁	NEC SX-8R
ノルウェー	ベルゲン計算科学センター(BCCR)	CrayXT4
イタリア	CMCC (Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici)	IBM Power 6+NEC SX-9/112M7

れて

いるようだ。

今後、

地球温暖化によっ

機に行わせることも関し、スカラー機が得意

係者内

る計算はスカをハイブリッを加くでは、

なる。 ドバックしていくかと予リー・物的環境が変化してそれがどのようにフィー表面の土壌や植生あるいは海洋の化学的・生 機で並列計算し、その結果をES2にフィーれによる生態系などの応答を多数のスカラーこで全球的な環境変化をES2で計算し、そ ドバックすれば、ES2単独よりもより高度 な状態よりも局所的な状態に影響される。 その際、生態系などへの影響は全球的 そ

率が得られない計算については、次世代スパうしてもベクター機でなければ必要な実行効 雲解像モデルをスカラー さらに、次世代スーパーコンピュータがスな計算ができるというわけだ。 るかもしれない。 コン計画の中でもES2が分担することにな プする努力も開始されている。とはいえ、ど カラー部のみで構成されることとなったため、 機用にチューンアッ

●自意識を持つコンピュ タ

につい て考えてみよう。 もうひとつのテー マである人工知性

地球シミュレータがちょうど脳と同じ約三○が集積されているCPU五一二○個からなる る。それに対し、 グリア細胞を含めると約三〇〇〇億個からな神経細胞のほかあまり機能の分かっていない したように、 約六○○○万トランジスタ 人の脳は約三〇〇億個 NO

> Ø) R 0 ○○○億トランジスタなので、二○ラック分 で一人の脳ということになる。 ○○億トランジスタとなる。 a d r u n e r はなんと合計 ランキングー 四兆四位

の知性に関する研究である。しても、アルゴリズムに従って動作している限り、自意識などはとても望めない。ではスパコンのCPUをニューロ&ファジィ対応にして学習機能を持たせればよいのだろうか?それを考えるときに参考となるのが高等動物の知性に関する研究である。

(自意識の芽生え)

はそれをさらに推し進めて、自意識は他人へ自意識があるという証明になる。ギャラップ自意識があるという証明になる。ギャラップとを認識している、つまりチンパンジーにはを示した。これは鏡に映る姿が自分であるこ ジーは鏡を見ながら額の印に触るという行動額に印を付けると、麻酔からさめたチンパンジーのと映る自分の姿を見て、自分とは別の動物とに映る自分の姿を見て、自分とは別の動物と た鏡を用いた実験が面白い。一般の動物は鏡ゴードン・ギャラップという心理学者の考え前出「深海のYrr」の中でも登場するが、

> 働きかけといった過程が関わっているのだろう。そのような環境との相互作用には大勢のきるかもしれない。もう少し妄想を乱暴に推し進めてみよう。もう少し妄想を乱暴に推し進めてみよう。 ユニケーション、操作能力を用いた環境への親や仲間とのスキンシップからはじまるコミ こにまずいろんな感覚による外的世界の認識、 れば自意識が生じるというわけではなく、そもちろん非アルゴリズム型の学習能力があ こにまできているのではと思わされてしまう。 力を持つことを証明しており(出典⑪)、案外、 自意識を持つコンピュータというのはすぐそ トにも三歳児よりも優れた自己ビデオ認知能 慶應義塾大学の渡辺茂らのグループは、感情移入に結びつくと考える(出典⑩)。

かし隣接するSIMの地形情報が読み込まれて認識する自意識が芽生えうるであろうか? これを体感するには七○○○台のサーバー これを体感するには七○○○台のサーバー あるいは二万以上のCPUで成り立っている SL世界内の大陸に立って地図を開いてみる と実感できる。すなわち、自分のいるSIM と実感できる。すなわち、自分のいるSIM 結ぶコンピュータ・クラスターやグリッ点では多数のコンピュータをネットワーであると認識できることが必要である。 -やグリッド-かりカーク! ッド・でその

て表示される。これによって人々は世界のどとテレポートするハブの情報はいきなりすべとテレポートするハブの情報はいきなりすべきなり全世界に広げてみる。するるまでには時間がかかる。 け 1 以上は増えない。つまり七〇〇〇あるサーバまれていって、ある範囲を超えるともうそれし人々の分布についてはやはり徐々に読み込 こにでもすみやかにテレポートできる。 て表示される。 とテレポー も緊密に結合されているのは同じ大陸内だ

はなどの制約があるのだ。 もしSL世界に人工人格が目覚めて自分の もしSL世界に人工人格が目覚めて自分の にも分断されているとしたら、自分を いくつにも分断されているとしたら、自分を 他者と区別して認識する自意識が生まれるの は難しいのではないだろうか。

人工知 家電製品をインターネットで結んだとしても 性は芽生えそうにない

うやって誕生したバーチャル・ベビーをそこに接続し、自己認識する能力を持たせる。そ に住む住民がみんなで愛情をこめて育てるの そういう意味で、人工知性が誕生するとす 太くて短いESタイプのニューロ&ファジ 次のようなものになるのではないか。 コンをSLのようなバ 計算ノード間のネットワーク結合 ーチャル世界

プ」の超巨大コンピュータでシミュレーショ知らされる。それに比べると、前出の「ルーによって自分が仮想世界に生きていることをでよって自分が仮想世ス演じ名教世主ネオは、外からの働きかけ前出の ―マトリックス」ではキアノ・リー前出の ―マトリックス」ではキアノ・リー 気づくのである。 偉い。彼は自分たちの世界のカラクリに自らンされる人工生命体タカヤマリュウジの方が 前出の「マトリックス」で
がーチャル世界のガリレオ クス」ではキアノ・

としたら、果たして本人はその世界が仮想でもしバーチャル世界で人工生命が芽生えた してそんなお遊びをしてみよう。 あることに気づくだろうか? SLを舞台と

り者だった。思わないことが気になってしかたがない変わのアーティストであるが、ほかの人が疑問に 彼/彼女(ネオと名付けよう)はSL世界

と作用反作用の法則と運動方程式を同時に発ほど高く跳ね上がることを発見。テコの原理側のプリムが跳ね上がり、しかも軽いプリムらされた。一端に重いプリムを落とすと反対 見したのだ (図11)。 り立っていることはすでに広く知られていた。 、ーティクルという四種類の基本物質から成この世界がプリム、フレキシ、ファントム、 ネオの最初の発見はシーソー遊びからもた

とすことによって、軽重と形状に関わらず一次に、高所からいろんな形状のプリムを落 わらず

> 速度が 生質))。「ないでは、風の抵抗を受けてはたり、下速度の増加を妨げるのだろうか?」「では、風の抵抗を受けてはたり、下速度の増加を妨げるのだろうか?」 も一緒に落下した際に、なぜか人がプリムよ 則を発見する。ところがある時、誤って自分定加速度で落下することから、万有引力の法 も遅く落下することに気付く。途中で落下

性質のあるフレキシをプリムに取り付けて落としてみたが、落下は遅くならなかった。人としてみたが、落下は遅くならなかでできるる日、ネオは煙突から煙をたなびかせるある日、ネオは煙突から煙をたなびかせるが、落下は遅くならなかででき

とを発見する。 生じていて、 せたりして風を可視化する方法を工夫する。続的に発射したり、長大なフレキシを林立さこで、ネオは風に浮遊するパーティクルを連 、それが時々刻々変化しているこSIM内には二~三個の風の渦が

それには太陽が関わっているはずだが、そのするには何かが駆動力となっているはずで、 たネオを悩ませたのは、風が吹き、 それに加えて、作用反作用の原理を発見しはなんのつながりも見出せない(図12、13)。次にその風と雲の動きと風の分布に次にその風と雲の動きの関連についても観 雲が発生

0)

れな、し もそも地表面は凹形に湾曲して見えるはずの光も同様に昼の側に回りこむはずだし、 ネオは太陽の光が円筒惑星の重力で曲げられ事実を説明する方法はついに見出せなかった。ところが昼三時間、夜一時間という周知の 論を導く寸前まできた。 て夜の側に回りこむのではと、 この L世界の東西方向で日の出 SL世界が円筒形であるのなら、 か SL世界の科学界を震撼させた地動説 しネオ自身の手によって終焉させら

して見えるはずだ。

そ

しかし、

一般相対性理 それだと月

7

65

くは

はずであ

る。

- オはそれ

・日没の時間が

この



図11 シーソー実験(中空の箱の方が高く跳ね上がる)



図12 風の展望台 (comet Morigi、SIM内の風分布 をパーティクルの動きで表現)

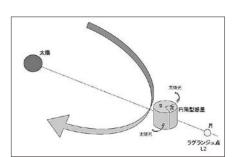


図13 風の円 (comet Morigi、風の渦を長大なフ レキシブルチューブで表現)

大きな太陽の周りを小さな月が楕円軌道で公転 SL世界はラグランジュ点L1に位置する

日没・月の出

図14 地動説(円筒惑星)



月が遠日点側にあるとき SL世界は長い暑となる 図15 修正地動説(平面惑星)

じだったのである! の出 として東西にわたる観測を実施したが、 ・日の入時刻はSL世界のどこでも同

ような繋がりがどうしても見出せない点だ。

よう

また太陽と月の運動を観察した。

L世界では星は動かない

太陽と月

時間を周期として東から昇って西に沈む。

太陽と満月の位置がちょうど二時間

月がいつも満月であるこ

れた。 しかし平面惑星上の人々やプリムに働く重しかし平面惑星上の人々やプリムに働く重 点L1に位置するというものである。 ら遠日点にいる昼間は長く、 きな太陽の回りを小さな月が楕円 彼が最終的に導き出した天体モデ 平面惑星が常に太陽と月のラグランジュ 近日点に 軌道で公転 これな は、 いる夜

数多くの発見をしてきたネオは、 晩年にな

仰ぎ見たときに雲の渦で目を回さないようにの動きが風の動きに一致しないのは人が空をの落下加速度に上限を与えられたのだと。雲の落下加速度に上限を与えられたのだと。雲すえ、ついにある結論に到達する。 星にのみ特別な性質を与えたのだと……。 太陽や月と異なるのは、 神が配慮したのだと。 理論の完成に執念を燃やし、 て未解決ないくつかの謎を説明できる大統 平面惑星に働く重力が 神が人の住む平面惑 悩みに悩んだ

ハに 『神=プログラマー格だが、SIT! 現実世 宙の真理に到達したのだ! 昇なら、 ネオは自然科学者として失 ラマーが世界を創ったくの科学者であるネオは、 つ

> はない。現実に、リンデンラボ社内の世まざまな実験を行って明らかの他さまざまな実験を行って明らかの他さまざまな実験を行って明らかの他さまざまな実験を行って明らかの他さまざまな実験を行って明らかい。現実に、リンデンラボ社内はない。現実に、リンデンラボ社内 ことが多く存在するのであ 、の現象がどういう仕様になってタない。現実に、リンデンラボ社この話は、実はまったくのフィ 高所から飛び降りたり、 って明らかとなったら飛び降りたり、そこで前出になっているか分かになっているか分かになっているか分かになっているかのかがしたりである。そこで前出いるがない。 る

●地球シミュレー

形であって太陽の甲平面だと思われて

7

るSL世

界が実は円筒

とから、

ネオ自身が発見したさまざまな力学

次の驚くべき仮説を導い

法則の帰結として、

ネオは、

ごとに入れ替わり、

その外

筒惑星から見て常に太陽とは真反対側に位置

側を公転しているという地動説だ。

周りを公転

Ĺ

月はさらに

図 14

はラクランジュ点の

/クランジュ点の存在までも予言した月は太陽に照らされて光っている。

したのだ

ネオ

一 つ

Ļ

し内陸には海面と同じ高さにしか湖ができなうになった。雨が降らなければ川は流れないよが最大の時は雨が降ったそうだが、雨粒の多が最大の時は雨が降ったそうだが、雨粒の多りになった。運営が始まった頃には雲濃度としトマトン法という方法で四段階の雲濃度とし ●地球シミュレータト ・--トルメッシュで非圧縮性流体として計以上の物語に登場するSL世界の風は、十以上の物語に登場するSL世界の風は、十 典 <u>①</u> 。 六メー 算されているが、

草花や木々は成長せず、 二時間ごとに大潮が繰り返されるはずだこの世界はいつも太陽と月は真反対側なの 枯れもしない の海

55

65

で勝手に増えたり減ったりはしない。の生態系は種類が豊富だが食物連鎖がな

月が近日点側にあるとき SL世界は短い夜となる

物を置いたりしないと、 く見せることはできない。 資源をさいて川 これらはすべて、 や湖を作ったり植樹したり生 土地の持ち主が手持ちの この世界を自然らし

こなるごろう。 に観察すればいずれ世界の矛盾に気付くこと になるだろう が誕生したとしたら、 したがって、 今のSL世界にもし人工知性 いろんな現象をこまめ

降が目指す地球システムモデルの姿から類推 0) してみることにしよう し 能力が大幅に向上すると、 い世界を楽しめるようになるか 0) 締 め 'n کال (出典③及び④)。 て、 どこまで本物ら サ ES2以

り、 ので十六メー Μ シュで計算できるぐらいだから、 ションができる。 まず解像度であるが、 合計でマンハッタン島が二つ分の面積な 解像度は問題なさそうである。 \hat{O} 惑星が地球のように大きくならな トルメッシュで風のシミュ ES2は全球を数キロメ SLでは約2万SI バー チ レー 65 ヤ 限 ル ツ

ろう。 り、 きつつある。 み込むなどして、 凝結核となるエアロゾル輸送モデルを組 光学的に薄い 雲の物理現象に氷結プロセスを加えた 降雪はずっと本物らしくなるだ 現実の雲のふるまいに近づ 雲が表現できるようにした

台風や集中豪雨もか なり Ó V ベ ルに達して

> するなら、 とかなりそうである。 ユ レー . る。 竜巻のシミュ ションする動的適合格子の手法でなん その部分だけ解像度を上げてシミ レー ションを入れようと

なり、 となって流れ、 も行われている。 までも取り入れられるようになってきた。 のもシミュレーションできる。 陸上では、 ーンランド氷床の消長を再現する取り組み いまでは地下水や凍土の変化による影響 日照りが続けば土壌水分が減るという 降った雨が土壌に浸み込み、 降りすぎれば氾濫して洪水と 積雪はもちろ グ

湿度、 数十年 面積、 えていく (出典⑮) を遮られて成長できなか である優勢種が枯死すると樹冠によって日照 土壌水分、 球植生モデルは、 植生の方になると少し難しくなる。 蒸散、 標高、 樹冠深さなどを変えていく。 から数千年のオーダーで植生分布を変 落葉などを行いながら成長し、 土壌成分などに応じて光合成、 風速、 その土地の 降水、 った低木が成長し、 二酸化炭素濃度 日射量、 気候変動 動的全 気温、 葉

かない 組み合わせによる八種類の木と二種類の草し で変えているだけなので、 と幹と根に単純化しており、 ただしこの仮想森林は、 広葉・ またその木々の形も、 針葉、 常緑・ 種類が熱帯・温帯 これらを本物ら 夏緑・ 種類の違いも色 円筒形の樹幹 雨緑という

> る人海戦術が必要だろう く見せるには バ チャ ル 世界の住民たちによ

駆動される深層循環をよりよく表現できるよ 界であれば、 が、 程度の渦を解像する計算が可能となって を組み込むことも可能だろう。 うに数キロ以下のサブメソスケー 全球でメソスケール渦という直径一〇〇 さて、 それよりスケー 極域で海水が冷やされて沈むことにより いよいよ海洋 海上風が海洋をかく乱する効果 ルの の部分であ 小さい る。 ル渦の効果 チ t すでに ル世 13 丰 る Ü

ろうし、 番研究が遅れているのがこの分野だろう。 崩れ波や飛沫の計算まではむりである による海色の変化も本物らしくなる。 など主だった大量漁獲性魚類までである。 ンクトンと動物プランクト その海の中の生態系であるが、 上風分布 かの海洋生物をどんどん移植して育てること かし海の色を本物らしく見せるのには十分だ 当然、 能になるだろう。 今のところは栄養塩、 全球モデルに取り込めそうなものとい これらをエサとしてユー 潮の満ち干も表現され、 から波高・波長分布が計算されるが 数種類の植物プラ ン、さらにイ おそらく、 水深 ザー 波も海 -側でほ の違い ウ 現 シ う L

終わりに

以上でSF作品のデフォ ル ト設定であるバ

メー チ t ジがもてただろうか ル 世界と人工知性について、 具体的な

プログラマー まりにありえない偶然が三つ見つかったら、 実は我々が現実だと思っている世界も、 の仕業と考えたほうがよい あ

組みあがる確率と同じだそうだ。 部品をぶちまけて偶然にジャンボジェッる確率は、ジャンボジェット機のバラバ つ目は生命の誕生。 DNAが偶然にでき ラの ŀ が

生物の 考え合 0) くはなさそうだ。 四分の 二つ目は皆既日食ではないだろう いる惑星は銀河系の せれば、 一サイズの衛星を従える確率までも 皆既日食を観測できる知的 中でもそんなに多 か 惑星

できるだろう あともうひとつ、 か あなたは見つ けることが

お礼申 いたします。 力 S ホンさんから多くの知見をい ンター長、 機構地球シミュレータセンター ・スコーフィールドさん、ハルカL世界ではコメット・モリギさん、 原稿を書くにあたって、 しあげるとともに、 同じく平野哲 情報技術審議役、 間違っている点が ハルカ・マクマ ただきました。 の渡邉國彦セ 海洋研究開発 ビアン

ウィ

キペディア(http://ja.wikipedia.org/wiki/

②美術Art—OutWorld/InWorldの「日本」(comet Morig、http://art.slmame.com/)
③NASA CoLab公式プログ(NASA、http://colab.arc.nasa.gov/)
④セカンドライフをはじめてみよう(二〇〇七、武井一巳、メディア・テック出版のP.6)
⑤バタフライをするカエルができるまで(NTT DATA公式サイト、http://www.nttdata.co.jp/making/)
⑥NICAM公式サイト(佐藤正樹、富田浩文ほか、

http://www.nicam.jp/)

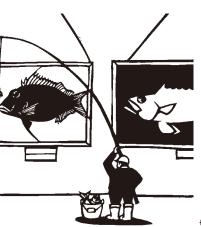
「マルチスケールモデリング研究グループ公式サイト(高橋柱子ほか、http://www.jamstec.go.jp/esc/research/Mssg/)

⑧米国のスーパーコンピュータ開発状況について(二〇〇七、文部科学省、http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/006/shiryo/07061518/004.pdf)

⑨地球シミュレーターシステムの運用状況(ES)
(JAMSTEC、http://www.jamstec.go.jp/es/jp/es1/

status/)
status/)
status/)
(10) かられている 10) がられている 10)

クセシビリティーにも関心を持つ。個人サイトhttp://ハインライン作品、パソコン及びインターネットのアークル・フリーミーティング等を主催。ロバート・A・海洋SF、ノーチラス号デザインコンテスト、水中ビ海洋研究開発機構に勤務するかたわら、ベスト地球・(筆者紹介) chikyu-to-umi.com/



切り絵: 久保修