

スピノサウルスの骨格模型を活用とした問題解決学習

—大学公開講座「大学生と学ぶ，恐竜学入門」における実践—

川上紳一・武藤正典・勝田長貴・小野輝雄

岐阜大学教育学部

Problem solving learning on dinosaurs by using *Spinosaurus* (Dinosauria) models:
A practice in the university public lecture entitled “Introductory study on the dinosaur
paleontology with university senior students”

Shin-ichi Kawakami, Masanori Mutoh, Nagayoshi Katsuta and Teruo Ono

Faculty of Education, Gifu University, Gifu-shi, 501-1193, Japan

要 旨

スピノサウルスの化石と全身模型を用いて，小学生を対象にした問題解決学習を実践した。学習の流れは，(1) イメージした恐竜の描画，(2) スピノサウルス全身骨格模型の製作，(3) 本物の骨の観察と模型との比較，(4) 身長，体重，エサの量と種類の推論からなる。参加者は小学3年生が半分以上を占めたが，問題解決学習だったため約100分の学習の間，集中力が続いた。事実をもとに考えたことを発表し，交流する活動を通じて，学習者一人ひとりが主体的な学びができていた。これは，小学生から大人まで恐竜についての関心が高かったこと，模型や日常経験に基づいて，小学生でも無理なく考えを構築できたこと，全長や体重の推定では，大学生がサポートしたことによる。スピノサウルスの体重と代謝率の推定法について考察した。

【キーワード】：恐竜，スピノサウルス，化石，模型，問題解決学習，推論

1. はじめに

知識を注入することを重視した詰め込み教育に対し，学習者の生活や要求に応じて，問題解決を行わせ，学習者の能力を高めようという問題解決学習が重視されるようになってきている。こうした方向性は，小中学校の理科の授業においても取り入れられており，小学校段階では，「自然に親しみ，見通しをもって観察・実験を行い，問題解決能力を育むとともに，科学的な見方や考え方を養うこと」が，理科教育の目標とされている（文部科学省，2008）。問題解決学習のメリットとしては，学習者の関心のある問題を用いることによる学習への動機づけが行われやすいこと，学習者の自発的な学習を促すこと，思考力や創造性を伸ばすのに役立つこと，表現力や発言力を高めるのに役立つこと，といった点

が挙げられる一方，デメリットとしては，適切な問題を探すこと，適切な教材や学習計画を立案する必要があること，学習者の興味や思考を重視するため，学習が場当たりのことになること，系統的な知識，基礎的な技能が習得されにくいといった点が指摘されている。しかしながら，将来の科学技術を担う人材を育成するという目標からすると，学習者一人ひとりの思考力，創造性を高めることは，科学技術立国を目指す日本において，最優先の課題である。学習者が自分で問題を見つけ，自ら学び，主体的に判断し，行動し，よりよく問題を解決する資質や能力は「確かな学び」といわれ，教育の今日的課題として重視されている（大野ほか，2015）。

本研究は，小学校低学年から大人まで広く人気のある恐竜をテーマに，問題解決学習プログ

ラムを立案し、大学の公開講座で実践した事例を報告するものである。化石については、小学校低学年から人気があるが、国内では化石を発掘できる場所が限られることから、化石のレプリカ作りなどの講座が博物館や科学館などで実施されている。また、実物の化石を用いて、化石の産出する地層の時代を決定する学習（青井ほか、2009）、アンモナイトとオウムガイを用いた動物の仲間わけ（川上ほか、2010）、三葉虫化石の体のつくりや生態を推論する学習（大野ほか、2004）など、化石を用いた問題解決学習の実践事例も報告されている。

恐竜については、化石を入手するのが困難なこと、また、恐竜化石からどういう問題が解決できるかに関する見通しが得にくいことから、これまでにほとんど問題解決学習が行われていない。松永・池田（2012）では、恐竜の骨格模型を示し、爬虫類と鳥類の骨格と比較し、進化について考える授業を報告している。本研究では、スピノサウルスの歯の化石や、前肢の爪の復元模型（レプリカ）が入手できたこと、スピノサウルスの安価な骨格模型が市販されていることから、これらを活用したスピノサウルスの体長や体重などを推理する問題解決学習を構想した。

スピノサウルスをテーマにした学習の場として、本研究では大学の公開講座を利用した。教員養成を主たる目的とする大学、学部においては、教員養成段階から教師としての指導力を高めることが求められるようになっており、平成25年度から4年後期に実施する必須科目として「教職実践演習」が導入された。この科目では、教師としての責任感、子ども理解、コミュニケーション力など、現場実習や模擬授業を通じて、これまでの学習で学生一人ひとりが教師としての資質が高まっているかを確認し、課題のある学生にはさらなる指導を行うことが求められている。そこで、本研究の実践の場として、教職実践演習の授業の中でも位置づけ、問題解決学習の実践において、大学生がリーダーシップをとり、参加者である小学生とその保護者とグループを作り、グループごとにコミュニケーションを取りながら、問題解決をしていくようなプロ

グラムにした。

2. 用いた教材と授業計画

(1) スピノサウルスについて

スピノサウルス (*Spinosaurus aegyptiacus*) は、1912年にエジプト中部のバハリヤオアシスで発見された化石で最初に記載された。背中に細長い棘のような骨が並んで、鰭あるいは帆のような突起があり、ワニのような下顎が前方に細長く突き出して平たい頭部をもっている。また、歯もワニのように円錐形であったため、魚食性の恐竜ではないかと解釈された。この標本は第二次世界大戦で破壊されてしまっていた。その後、スピノサウルス科の恐竜は、アフリカのニジェール (*Suchomimus*)、ブラジル (*Irritator*)、ヨーロッパ (*Baryonyx*)、東南アジア (*Ichthyovenator*) の白亜紀前期の地層から発見され、全部で5属が知られている (Dal Sasso et al., 2005; Allain et al., 2012)。スピノサウルス科の恐竜は2足歩行で肉食性であり、獣脚類の恐竜に分類されており、鳥類の祖先としても近年注目を集めている。

Charig and Milner (1986) は、イギリスで発見された長さが30cmにもなるバリオニクス属 (*Baryonyx*) の巨大な前肢の爪などの形態を記載し、その後に発表された論文でこの生き物が魚食性であった証拠を示している。Hortz (1998) は、スピノサウルス科の恐竜がワニの形態とよく似ていることを指摘している。

1998年に記載されたニジェールで発見されたスピノサウルス科の恐竜は、*Suchomimus tenerensis*という種名が与えられた (Sereno et al., 1998)。この化石は頭部が残されており、歯の形態や配列などからスピノサウルス属とは異なる新属として位置付けられた。

2002年にブラジルで発見されたスピノサウルス科恐竜 *Irritator challengeri* について、Paul (2010) は、体長7.5m、体重は1トン以上と見積もっている。

最近になって、ニジェールで発見された保存のよいスピノサウルス科の化石が記載され、戦争で失われた *Spinosaurus aegyptiacus* と同種として記載された (Ibrahim et al. 2014)。この

化石には多くの部位が残っており、従来の復元に比べると、首部と胴体が細長く、重心が前よりになっていること、骨盤帯が小さく、後脚が短いといった姿が明らかになり、こうした形態は水棲生活だったことを物語っていると解釈された。スピノサウルス科の恐竜の骨格形態がワニのものとよく似ていることがさらに鮮明になった (Ibrahim et al., 2014)。

モロッコ、アルジェリアなど北アフリカには、白亜紀前期の淡水生の赤色砂岩が分布し、地元の人々はケムケム (Kem Kem) と呼んでいるが、地層名としてはテガナ層 (Tegana formation) である。この地層からは、恐竜化石などが産出し、カルカロドントサウルス、ドロマエオサウルスなどが記載されている (Serenio et al., 1996)。この地層からはスピノサウルス科の化石も多く産出しているが、多くは断片的である。Tarquet and Russell (1996) は、モロッコ産のスピノサウルス科恐竜を *S. maroccanus* として記載している。その一方で、Dal Sasso et al. (2005) は、*S. cf. S. aegyptiacus* として記載しており、化石の大きさから体長などを推定している。彼らによれば、体長は16-18m、体重は7-9トンとされる。北アフリカの白亜紀前期の地層から魚食性の恐竜が多産することが問題にされている (Benyoucef et al., 2015)。これらの魚食性恐竜は、淡水生で最大の大きさをもつシーラカンスなどを捕食していたものと考えられる。Benyoucef et al. (2015) は、巨大肉食恐竜が淡水魚を捕食しており、食物連鎖が短縮していたため、スピノサウルス科恐竜の個体数が多かったのではないかと仮説を提示している。

(2) 用いた化石

中生代に繁栄した恐竜の脊椎骨、上腕骨、指骨などの化石が地層から発見されることは国内では稀であり、本物の化石を観察する機会も国内ではあまり多いとはいえない状況にある。しかし、海外ではモンゴル、北アフリカ、南北アメリカに恐竜化石を多産する地層があり、ツーソン、ミュンヘン、サンマリーなどで開催される鉱物や化石の国際見本市 (ミネラルショー) で、恐竜化石が出店されることがある。本研究

では、モロッコ産のスピノサウルスの歯の化石や前肢の爪の化石の複製 (レプリカ) を、ミネラルショーで入手した (図1)。産地から分類群を絞り込むと、*S. maroccanus*あるいは *S. aegyptiacus* であると考えられる。



図1. 用いた化石. 歯 (左) と前肢の爪.

恐竜の骨格化石を提示し、それが体のどこの部分の骨なのかを調べるには、恐竜の骨格模型が必要である。比較する模型は実物化石と同一种のものでないと科学的な追究とはいえない。本研究では、スピノサウルスの前肢の爪の化石や歯であることが分かっていたので、スピノサウルスの骨格標本模型を展示している博物館が国内にないか探した。結果的には、長野県飯田市美術博物館に実物サイズの骨格模型標本が展示されていることがわかった。また、イタリアでプロデュースされた中国製の安価なスピノサウルス骨格模型 (Geoworld Jurassic Egg Assembly Set-Spinosaurus) が市販されていたので、学習者の人数分確保し、この模型を製作することを学習プログラムに組み込んだ。図2に、組み立てた状態でのスピノサウルスの骨格模型と卵型ケースを示す。

学習教室を開催する上で、どの恐竜を用いるかは悩ましい問題である。ティラノサウルス、トリケラトプス、ステゴサウルスなどは知名度が高く、小学生の間でもよく知られているが、学習教室用に化石を確保するのが困難である。スピノサウルスは、映画ジュラシックパークに登場したため、人気があり、模型も作られたようである。



図2. スピノサウルスの骨格模型と卵型のケース。
全長は32cm.

(3) 授業の流れ

講座の流れは次のようにした：(1) 学習者がイメージした恐竜を画用紙に描く，(2) スピノサウルス骨格模型を製作する，(3) 実物の化石を提示し，どこの骨かを推理する，(4) 化石と模型を比較し，スピノサウルスの全長，体重，1日のエサの量などを推論する．恐竜の作図，模型の製作，スピノサウルスに関する推論の部分では，小学生，保護者，大学生がコミュニケーションをとりつつ，学習を支援することとした．なお，大学生はスピノサウルスについて，事前に知識を獲得するなどの準備は行っていない．

3. 公開講座の実践

スピノサウルス化石と模型を用いた学習教室は、「大学生と学ぶ，恐竜学入門」とし，岐阜大学教育学部公開講座として参加者を募集した．募集対象は，小学校高学年としたが，実際に応募した学習者は，小3が5名，小4が2名，小5と小6が1名ずつの合計9名であった．講座の実施は，2013年11月24日（日）で，13時30分から1時間程度の予定で実施したが，実際には15時10分までの100分であった．同様の公開講座は，2014年11月29日にも実施している．

(1) 恐竜の作図

まず，恐竜に対するイメージを作るために，筆記用具と画用紙を配布し，小学生，保護者，大学生，それぞれに自分がイメージした恐竜を描かせた．その際に，大学生は小学生とその保護者とさまざまな話題で交流させた．しばらく

して，恐竜骨格模型の入った恐竜の卵状のカプセルを配布した．受講者が描いた恐竜は，首長竜，ティラノサウルスのような肉食恐竜，ステゴサウルスのような草食恐竜が多かったが，なかにはスピノサウルスを描いた小学生が1名いた．

(2) 恐竜骨格模型の製作

次に，スピノサウルスの骨格模型の製作を行わせた．約10個の部品を組み立てて完成させる簡単なものである．小学3年生が多かったこともあり，製作には約20分かかった．製作は試行錯誤で行っており，小学生，保護者，大学生が会話しながら組み立てていった．実施前の予想では5分程度で完成できることも想定し，アパトサウルス，ステゴサウルスなど，他の恐竜骨格模型も準備しておいたが，使用する必要はなかった．



図3. 骨格模型を組み立てて，スケッチする学習者.

(3) 実物化石の提示

実物化石の提示では，スピノサウルスのものであることが分かっている歯の化石などを提示した．どこの部分の骨なのかを質問するにあたり，あらかじめ教室に張っておいた人体骨格のイラスト（東京書籍教育シリーズ小学校理科，等身大！骨格・筋肉ポスター）を指し，頭がい骨，脊椎骨，腕や足の骨，手や足の指などがどのような形かを確認した．小学生からは問題の化石が歯，爪や背骨ではないかという意見が出た．ほぼ全員が歯で納得したところを見計らって，プロジェクタを用いて，スピノサウルスの化石を示した写真やイラスト，模型を示し，問

題の骨がスピノサウルスの歯や爪の形態と合致していることを確認した。さらにプロジェクタを用いて、モロッコのケムケムの露頭、スピノサウルスの全身骨格のイラスト（復元図）などを示したが、実際に発見されている骨は全体のごく一部に過ぎず、あとは推測をもとに復元されていることを説明した。



図4. 歯の大きさを測定する学習者。

問題の化石がスピノサウルスの歯や爪であることから、模型の歯や爪の長さ、本物の歯や爪の大きさを物差しで測り、全長を推定するように促した。小学3年生が多かったが、大学生が支援し、一人ひとり全長を推定した結果を聞いて板書した。体長は8-12メートルという結果になった。そこで教室の広さと比較したり、現在陸上に生息している動物で最大のものは何かを考えさせたりした。さらに、上腕骨と考えられる化石の写真を提示し、どこの骨かを推理させた。

(4) スピノサウルスに対する推論

体長を調べたので、体重がどれくらいかを質問した。いろいろな意見が出たが、根拠がはっきりしていなかったため、全長が10倍であることを根拠に考えさせた。長さが10倍になったことから、体積は $10 \times 10 \times 10 = 1000$ 倍であると推定したが、小学3年生には難しい質問だったかもしれない。次に、児童の体重を聞き、身長が1mちょっとで体重が30kgであることから、スピノサウルスの体重が30トン以上であったことを推論した。また、小学生に1日に食べるご飯の量を質問し、体重と比較させたうえで、スピ

ノサウルスが1日にどれくらいエサを食べていたかを推論した。その結果、100-500kgという値が得られた。これは軽トラ1台に載せる荷物の量に相当すると解説した。また、何を食べていたのだろうかという質問をすると、魚であるという意見が出た。理由を聞くと、頭が細くワニ見たいだからという意見が複数の児童から出た。そこで、復元模型（フランスのポパ社製スピノサウルス恐竜フィギュア）を取り出して、確かに頭の部分がワニに似ていること、実際に魚を食べていたという証拠があることを紹介した。

最後に、背中の帆のようなものはなんのためのものかと質問すると、太陽光を吸収するためであるという意見があった。これについては、そういう説はあるが、実際はまだよくわかっていないという説明をした。しめくりでは、恐竜骨格が観察できる博物館として、福井県立恐竜博物館、白山市恐竜パーク、飯田市美術博物館を紹介した。

最後にスピノサウルスの体重のエサの量について、スケーリング則をもとにした推定法があることを、スイフトのガリバー旅行記の記述を紹介しつつ解説を行った。

4. 議論

(1) 問題解決学習の在り方

恐竜がどのような動物であったかを追究することは、小学生から大人まで関心がある問題であり、問題解決学習としての第1の条件はクリアしている。思考力や創造力を高める手立てとしては、問題である骨格化石と思考のベースとなる模型が不可欠であり、この2つが準備できたことが今回の実践へとつながった。実際に、化石がどこの部分の骨なのかについては、小学生、保護者、大学生の3者とも、わかりたいという欲求が生まれ、細部まで観察する姿勢がみられた。また、恐竜の全長や体重、エサの量を推理する場面では、教室の広さ、学習者の身長や体重、毎日の食事を振り返りつつ推論させたことで、知識と経験をもとに考えればよいということを体験させることができた。また、学習者が発言する場面を多くもったため、最初は恥

ずかしがっていた児童もだんだん自由に発言できるようになった。講座終了時のアンケート調査結果をみると、小学生、保護者、大学生とも、恐竜についてもっと知りたくなったという感想が多く寄せられた。

- 小学生の感想には、次のようなものがあった。
 - ・家にある図鑑と模型を比べてみたい
 - ・恐竜の模型を組み立てるのが楽しかった
 - ・他の恐竜についても知りたい
 - ・恐竜の大きさや体重は考えたことがなかったので、おもしろかった
- 保護者の感想には、次のようなものがあった。
 - ・親子でいっしょに学ぶことができたのがよかった
 - ・博物館の恐竜を見ても大きいなあとしか思わなかったけれど、骨の形やつくりにも目を向けたくなった
 - ・大学生と話ができて楽しかった
 - ・子どもが積極的に発言する姿勢に感心した
 - ・体の色についても知りたい
- 大学生の感想には、次のようなものがあった。
 - ・自分自身のこととつなげて推論したので、3年生でも楽しく学べた
 - ・模型作りがあったので、小学生との距離が縮めることができた
 - ・小学生の観察力がすどく驚いた

本授業について、岐阜県教育委員会教員研修課課長補佐の山田茂樹氏に見学していただき、講座の評価をしていただいた。

- ・一方的に知識を得るだけでなく、探究的な内容になっており、学習者が自ら考え、表現できる授業でした。事実をもとにして、それぞれが自分の説を考え、発表し議論することに意味がある。この学習は小学6年の推論する力、中学2年の相同器官や進化の授業のモデルになると考えられる。
- ・学習者が「自分と比べる」ことが効果的な学びになっていると考えられる。現在地球上に生きている生物と比較して結論を出す探究スタイルに納得がいった。

(2) 体重、身長、代謝率の関係

巨人が必要とする食料について、スイフトの

「ガリバー旅行記」に記述があり、今回の学習者が行ったのと同様、食料は体重に比例するとした推定法が記述されている。しかし、ヒトでは体重は身長²に比例することが知れており、「ガリバー旅行記」の記述は学術的には正しくない。本実践は、小学生とその保護者が対象であったため、体重、身長、エネルギー代謝（エサの量）については、「ガリバー旅行記」と同様に、単純な幾何学的な仮定で行った。すなわち、体の大きさが変化しても、体形が変わらない相似形であれば、体重は身長³に比例するとした。哺乳類では、身長と体重の関係のべき指数は0.359であり、幾何学的な関係（0.33）に近い（Silva, 1998）。ワニ（*C. Porosus*）では、べき指数は0.290である（Seymour et al., 2013）。Seebacher (2001) は、体形が相似形でないとしたスケーリング則（allometric relations）を用いて、恐竜の体重の推定方法を提案している。スピノサウルスの体重については、10トン程度としてよいと考えられる（Therrien and Henderson, 2007; Paul, 2010）。

生物活動に必要なエネルギーの消費量も体重に比例するとすれば、エサの量は体重に比例することになる。実際には、多くの生物でこれらの関係が調べられ、それらにもべき乗則が成立することが経験的に知られている（Schmidt-Nielsen, 1984; 本川, 1992）。恒温動物では代謝率と体重には指数0.75のべき乗則の関係が知られている。Grady et al. (2014) によると、肉食恐竜の代謝率と体重の関係のべき指数は0.82であり、変温動物でも恒温動物でもない中温動物（mesothermic）であるとされた。この関係から推定されるエサの量は、ヒトの10倍程度であり、15kgでよいことになる。スピノサウルスの頭蓋骨はワニと類似しており、エネルギー代謝もワニと同様だったとすると、1日当たりのエサの量は15-50kgぐらいと考えられる。

5. おわりに

探究学習が成立させるには、学習者が主体的に取組む必然性をもたせることが重要である。主体的に取組むためには、興味・関心を引き出したり、課題を追究することの必然性をもたせ

ることが必要となる。本研究では、小学生や保護者が興味・関心を持ちやすい恐竜をテーマにしたが、追究の必然性をもたせるには、やはり実物標本や模型の存在が大きい。スピノサウルスの全身骨格模型を作るとことで、個々の部位の形に対するイメージができていき、本物の化石あるいはそれから型をつくって製作した復元模型（レプリカ）を比較することで、化石がどこのものであるかを調べ、全体像ができていく。

小学生のなかには、本などで調べて恐竜について多くの知識をもっていることもあるが、本を読んで吸収した知識と自分の頭で考えて得た知識に質的な違いがあることを実感させ、真の学習へと向かわせることが必要であろう。

今後は、中学校理科「動物の世界」の「生物の変遷と進化」などの単元において、通常の授業の中で位置づけた授業を行って、学習過程の構築を進めていくことを考えている。

謝辞. 岐阜県総合教育センターの山田茂樹先生（現在岐阜市立長良西小学校）には、公開講座を体験していただき、貴重なコメントをいただいた。また、元岐阜大学学長黒木登志夫先生には、「ガリバー旅行記」の記述にある巨人と小人の体重と食事の見積もりを考察した講演資料をいただいた。ここに記して深謝する。

文献

- Allain, R., T. Xaisanavong, P. Richir, and B. Khentavong (2012) The first definitive Asian spinosaurid (Dinosauria, Theropod) from the early Cretaceous of Laos. *Naturwissenschaften*, **99**, 369-377.
- 青井映里・船戸智・川上紳一・東條文治 (2009) 中学校理科「大地のつくりと変化」と「動物の生活と生物の変遷」におけるアンモナイト化石とオウムガイ標本の教材としての活用の試み。1. アンモナイト化石を用いた示準化石の授業実践。岐阜大学教育学部教師教育研究, 第**5**号, 81-88.
- Benyoucef, M., E. Lang, L. Cavin, K. Mebarki, M. Adaci, M. Bensalah (2015) Overabundance of piscivorous dinosaur (Theropoda: Spinosauridae) in the mid-Cretaceous of North Africa: The Algerian dilemma, *Cretaceous Research*, **55**, 44-55.
- Charig, A. J., and A. C. Milner (1986) *Baryonyx*, a remarkable new theropod dinosaur. *Nature*, **324**, 359-361.
- Dal Sasso, S. Maganuco, E. Buffetaut, and M. A. Mendez (2005) New information on the skull of the enigmatic theropod *Spinosaurus*, with remarks on its size and affinities. *J. Vertebrate Paleontology*, **25**, 888-896.
- Holtz, T. R. Jr. (1998) *Spinosaurus* as crocodile mimics. *Science*, **282**, 1276-1277.
- Grady, J. M., B. J. Enquist, E. Dettweiker-Robinson, N. A. Wright, and F. A. Smith (2014) Evidence for mesothermy in dinosaurs. *Science*, **344**, 1268-1272.
- Ibrahim, N., P. C. Sereno, C. Dal Sasso, S. Maganuco, M. Fabbri, D. M. Martill, S. Zouhri, M. Myhrvold, and D. A. Iurino (2014) Semiaquatic adaptations in a giant predatory dinosaur. *Science*, **345**, 1613-1616.
- 川上紳一・東條文治・吉田裕之・小野輝雄 (2010) アンモナイトとオウムガイ標本を用いた課題解決型特別授業の実践：示準化石と動物の仲間わけ。岐阜大学教育学部教師教育研究, 第**6**号, 165-170.
- 松永武・池田幸夫 (2012) 理論依存型による理科授業の実践的研究- (2) 中学校理科における「恐竜の分類と進化」-, 山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要, 第**34**号, 57-66.
- 本川達雄 (1992) ゴウの時間ネズミの時間, 中公新書, 230p.
- 文部科学省 (2008) 小学校学習指導要領解説-理科編, 大日本図書, 105p.
- 大野照文 (監修)・蒲生諒太 (編著)・寺脇研・荒瀬克己・川上紳一・飯澤功・板倉聖宣・市川光太郎・大野照文 (講演) (2015) 学びの海への船出：探究活動の輝きに向けて, 京都大学総合博物館, 447p.
- Paul, G. S. (2010) *The Princeton field guide to dinosaur*. Princeton Univ. Press, 87p.
- Schmidt-Nielsen, K. (1984) *Scaling: Why is animal size so important?* Cambridge Univ. Press, 256p.
- Seebacher, F. (2001) A new method to calculate allometric length-mass relationships for dinosaur. *J. Vertebrate Paleontology*, **21**, 51-60.
- Sereno, P. C., D. B. Dutheil, M. Iarochene, H. C. E. Larsson, G. H. Lyon, P. M. Magwene, C. A. Sidor, D. J. Varricchio, J. A. Wilson (1996)

- Predatory dinosaurs from the Sahara and Late Cretaceous faunal differentiation. *Science*, **272**, 986-991.
- Sereno, P. C., A. L. Beck, D. B. Dutheil, B. Gado, H. C. E. Larsson, G. H. Lyon, J. D. Marcot, O. W. M. Rauhut, R. W. Sadleir, C. A. Sidor, D. D. Varricchio, G. P. Wilson, and J. A. Wilson (1998) A long-snouted predatory dinosaur from Africa and the evolution of Spinosaurids. *Science*, **282**, 1298-1302.
- Seymour, R. S., C. M. Gienger, M. L. Brien, C. R. Tracy, S. C. Manolis, G. J. W. Webb, and K. A. Christian (2013) Scaling of standard metabolic rate in estuarine crocodiles *Crocodylus porosus*. *J. Comp. Physiol. B*, **183**, 491-500.
- Silva, M. (1998) Allometric scaling of body length: Elastic or geometric similarity in mammalian design. *J. of Mammalogy*, **79**, 20-32.
- Taquet, P. and D. A. Russel (2005) New data on spinosaurid dinosaur from the Early Cretaceous of Sahara. *C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la terre et des planets/Earth and planetary Science*, **327**, 347-353.
- Therrien, F. and D. M. Henderson (2007) My theropod is bigger than yours...or not: estimating body size from skull length in theropods. *J. Vertebrate Paleontology*, **27**, 108-115.