

提言

ハッブルの法則の改名を推奨する
I A U決議への対応



平成30年（2018年）12月26日

日本学術会議

物理学委員会

I A U分科会

天文学・宇宙物理学分科会

この提言は、日本学術会議物理学委員会 I A U分科会、天文学・宇宙物理学分科会の審議結果を取りまとめ公表するものである。

日本学術会議物理学委員会 I A U分科会

委員長	渡部 潤一	(連携会員)	自然科学研究機構国立天文台教授
副委員長	生田ちさと	(連携会員)	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所学際科学研究系准教授
幹事	深川 美里	(連携会員)	自然科学研究機構国立天文台教授
幹事	山田 亨	(連携会員)	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所教授
	梶田 隆章	(第三部会員)	東京大学宇宙線研究所教授
	田近 英一	(第三部会員)	東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻教授
	藤井 良一	(第三部会員)	大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構長
	山崎 典子	(第三部会員)	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所教授
	相川 祐理	(連携会員)	東京大学大学院理学系研究科天文学専攻教授
	浅井 歩	(連携会員)	京都大学大学院理学研究科附属天文台准教授
	岡村 定矩	(連携会員)	東京大学エグゼクティブ・マネジメント・プログラム チェアマン補佐
	奥村 幸子	(連携会員)	日本女子大学理学部数物科学科教授
	海部 宣男	(連携会員)	自然科学研究機構国立天文台名誉教授
	佐々木 晶	(連携会員)	大阪大学大学院理学研究科教授
	芝井 広	(連携会員)	大阪大学大学院理学研究科教授
	新永 浩子	(連携会員)	鹿児島大学学術研究院物理・宇宙専攻宇宙情報講座准教授
	杉山 直	(連携会員)	名古屋大学大学院理学研究科教授
	須藤 靖	(連携会員)	東京大学大学院理学系研究科物理学専攻教授
	千葉 征司	(連携会員)	東北大学大学院理学研究科天文学専攻教授
	常田 佐久	(連携会員)	自然科学研究機構国立天文台台長
	永原 裕子	(連携会員)	日本学術振興会学術システム研究センター副所長
	林 正彦	(連携会員)	日本学術振興会ボン研究連絡センター長
	観山 正見	(連携会員)	広島大学学長室特任教授
	村山 斉	(連携会員)	東京大学国際高等研究所数物連携宇宙研究機構特任教授

日本学術会議物理学委員会天文学・宇宙物理学分科会

委員長	林 正彦	(連携会員)	日本学術振興会ポシ研究連絡センター長
副委員長	山崎 典子	(第三部会員)	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所教授
幹事	深川 美里	(連携会員)	自然科学研究機構国立天文台教授
幹事	山田 亨	(連携会員)	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所教授
	梶田 隆章	(第三部会員)	東京大学宇宙線研究所教授
	田近 英一	(第三部会員)	東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻教授
	藤井 良一	(第三部会員)	大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構長
	相川 祐理	(連携会員)	東京大学大学院理学系研究科天文学専攻教授
	浅井 歩	(連携会員)	京都大学大学院理学研究科附属天文台准教授
	生田ちさと	(連携会員)	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所学際科学研究系准教授
	岡村 定矩	(連携会員)	東京大学エグゼクティブ・マネジメント・プログラム チェアマン補佐
	奥村 幸子	(連携会員)	日本女子大学理学部数物科学科教授
	海部 宣男	(連携会員)	自然科学研究機構国立天文台名誉教授
	佐々木 晶	(連携会員)	大阪大学大学院理学研究科教授
	芝井 広	(連携会員)	大阪大学大学院理学研究科教授
	新永 浩子	(連携会員)	鹿児島大学学術研究院物理・宇宙専攻宇宙情報講座准教授
	杉山 直	(連携会員)	名古屋大学大学院理学研究科教授
	須藤 靖	(連携会員)	東京大学大学院理学系研究科物理学専攻教授
	千葉 柁司	(連携会員)	東北大学大学院理学研究科天文学専攻教授
	常田 佐久	(連携会員)	自然科学研究機構国立天文台台長
	永原 裕子	(連携会員)	日本学術振興会学術システム研究センター副所長
	観山 正見	(連携会員)	広島大学学長室特任教授
	村山 斉	(連携会員)	東京大学国際高等研究所数物連携宇宙研究機構特任教授
	渡部 潤一	(連携会員)	自然科学研究機構国立天文台教授

本提言の作成にあたり、以下の職員が事務及び調査を担当した。

事務	犬塚 隆志	参事官 (審議第二担当)
	高橋 和也	参事官 (審議第二担当) 付参事官補佐
	宮本 直子	参事官 (審議第二担当) 付審議専門職

要 旨

1 作成の背景

2018年8月20-31日にオーストリアのウィーンで開催された第30回国際天文学連合（International Astronomical Union: IAU）総会で提案された、「宇宙の膨張を表す法則は今後『ハッブルメートルの法則』と呼ぶことを推奨する」という決議が、2018年10月に会員の投票で成立した。一般社会にも広く浸透している「ハッブルの法則」の推奨名称を変えることになるので、社会、特に学校教育現場、で混乱が起きないように対応のガイドラインを示すことが必要と考え、本提言を作成するに至った。なお、ハッブルの名前を冠する用語はたくさんあるが、「ハッブルの法則」以外はこの決議の影響を受けることはない。

2 現状及び問題点

宇宙の膨張を表す銀河の視線速度（後退速度）と距離の間の比例関係は現在「ハッブルの法則」と呼ばれている。これを無用な混乱なく、新しい推奨名「ハッブルメートルの法則」に次第に移行するよう対応を取る必要がある。

3 提言（報告）等の内容

背景事情（参考資料を参照）を十分理解した上で、社会の各分野で以下の対応が取られることを希望する。

- (1) 学校教育で用いられる教科書における記述変更は直近の改訂時に対応する。それまでは教科書に対する特別の補充資料は作らず、現場での解説で対応する。
- (2) 各種試験で、宇宙膨張の法則の名称そのものを問うて、『ハッブルの法則』か『ハッブルメートルの法則』かによって解答の正否が分かれるような問題は出さない。
- (3) 学校教育現場に限らずしばらくの間は、『ハッブルの法則』と『ハッブルメートルの法則』のどちらが使われていても問題とはしない。
- (4) 一般書やマスコミ等の記述、講演会などで用いる名称は担当者次第であるが、IAU決議の趣旨を踏まえて『ハッブルメートルの法則』を用いることが望ましい。

目 次

1	背景と経緯.....	1
2	なぜ本提言を作成するか.....	1
3	提言.....	2
<参考資料1>	国際天文学連合（IAU）の決議案.....	3
<参考資料2>	国際天文学連合（IAU）の決議案の和訳.....	5
<参考資料3>	ハッブルの1929年の論文の概要.....	8
<参考資料4>	ルメートルの1927年の論文の概要.....	10
<参考資料5>	リビオの2011年の論文の概要.....	10
<参考資料6>	宇宙膨張の発見に関わった研究者達.....	11
<参考資料7>	審議経過.....	12

1 背景と経緯

2018年8月20-31日にオーストリアのウィーンで開催された第30回国際天文学連合 (International Astronomical Union: IAU) 総会で提案された、「今後、宇宙の膨張を表す法則は『ハッブル・ルメートルの法則』と呼ぶことを推奨する」という決議が、2018年10月27日に会員の投票で成立した。

遠方の銀河(注1)のスペクトル線は波長が長い方にずれて観測される赤方偏移を示す。赤方偏移から求まる視線速度(我々から遠ざかっているように見えるので後退速度と呼ばれることが多い)と銀河までの距離が比例すること(以下、速度-距離関係)は宇宙膨張の最も重要な観測的証拠である。この証拠を初めて示したのが1929年にアメリカのハッブル (E. Hubble) が出版した論文であると考えられていたことから、速度-距離関係はこれまで「ハッブルの法則」と呼ばれてきた。

実は、銀河の後退速度と距離の比例関係は、ベルギーの神父であり宇宙物理学者であるルメートル (G. Lemaître) によって1927年に出版された論文に記述されていた。ところがこの論文はフランス語で書かれ、多くの人目に触れにくい雑誌に投稿されたので、出版直後には広く知られなかった。イギリスのエディントン (A. Eddington) の紹介で1931年にこの論文は英文に翻訳され、英国王立天文学会誌に掲載された。ところが、この英文論文では原論文にあったいくつかの節、特に宇宙の膨張率(後にハッブル定数と呼ばれるようになる値)を求めた節、および速度-距離関係が宇宙の膨張に起因することや求めた膨張率の不定性について述べた重要な脚注が削除されていた。このことは少数の研究者には以前から知られていたが、誰が英訳を行ったのか、削除が何らかの意図のある「検閲」によるものであったのかどうか、2009年頃から関連研究者の間で大きな話題となった。

天文学者のリビオ (M. Livio) は古い原資料にまで遡ってこの問題の調査を行った。王立天文学会誌の当時の編集長であったスマート (W. M. Smart) とルメートルの間でこの件に関してやりとりした書簡や王立天文学会の議事録等を調査した結果、「英訳したのはルメートル自身であったこと、削除に関しては何らの圧力はなく、英訳論文に再掲する必要はないとしてルメートル自身が決めたこと」という証拠が得られた。

宇宙膨張の発見は現代天文学・宇宙物理学の基礎となった重要な発見の一つである。新たに判明した事実を踏まえ、それに重要な寄与をしたルメートルの功績を記念すべきと考えたIAU執行部の提案が今回IAU会員の支持を得たのである。

2 なぜ本提言を作成するか

宇宙の膨張を表す銀河の速度-距離関係は現在「ハッブルの法則」と呼ばれている。これを無用な混乱なく、新しい推奨名「ハッブル・ルメートルの法則」に次第に移行するよう対応を取る必要がある。社会にも広く浸透している「ハッブルの法則」の推奨名称を変えることになるので、一般社会、特に学校教育現場で混乱が起きないように対応のガイドラインを示すことが必要と考え、本提言を作成するに至った。なお、ハッブルの名前を冠する用語はたくさんあるが、「ハッブルの法則」以外はこの決議の影響を受けることはない。

3 提言

この問題は、「これまで使われてきた『ハッブルの法則』という言葉は間違いで、今後は『ハッブルールメートルの法則』と呼ばなければならない」という規則改定のような問題ではないことを十分理解することが対応の大前提となる。それを踏まえて各分野で以下の対応が取られることを希望する。

- (1) 学校教育で用いられる教科書における記述変更は直近の改訂時に対応する。それまでは教科書に対する特別な補充資料は作らず、現場での解説で対応する。
- (2) 各種試験で、宇宙膨張の法則の名称そのものを問うて、『ハッブルの法則』か『ハッブルールメートルの法則』かによって解答の正否が分かれるような問題は出さない。
- (3) 学校教育現場に限らずしばらくの期間は、『ハッブルの法則』と『ハッブルールメートルの法則』のどちらが使われていても問題とはしない。
- (4) 一般書やマスコミ等の記述、講演会などで用いる名称は担当者次第であるが、IAU 決議の趣旨を踏まえて『ハッブルールメートルの法則』を用いることが望ましい。

(注 1) 夜空に見える天体には、点のように見える星と、ぼんやりと広がりを持って見えるものがある。後者には、星の集団である星団 (star cluster) と、星に分解されて見えない星雲があることは 20 世紀初頭までには分かっていた。その星雲には更に 2 種類のものがあることがわかったのは 1924 年である。一つは我々の太陽が属する恒星の大集団である銀河系およびそれと同規模の天体で、それらは「銀河 (galaxy)」と呼ばれるようになった。もう一つは銀河系の中にあるガスが輝いているもので、それらは「星雲 (nebula)」または「ガス星雲 (gaseous nebula)」と呼ばれている。この概念整理と用語の統一が学界に行き渡るには 1924 年以降 10 年以上の時間がかかったので、本提言で引用する過去の論文の表題や本文の記述では必ずしも星雲と銀河の用語が区別されていないことがある。特に「系外星雲 (extragalactic nebula)」という語が頻出するが、これは「銀河系の外にある星雲」、すなわち今日言う銀河を指している。本提言では原論文の記述に従う方が良い場合は銀河を指す場合でも星雲や系外星雲を用いている。

THIRTIETH GENERAL ASSEMBLY

RESOLUTIONS PRESENTED TO THE XXXth GENERAL ASSEMBLY

RESOLUTION B4

on a suggested renaming of the Hubble Law

Proposed by the IAU Executive Committee

The XXX General Assembly of the International Astronomical Union,

considering

1. that the discovery of the apparent recession of the galaxies, which is usually referred to as the “Hubble law”, is one of the major milestones in the development of the science of Astronomy during the last 100 years and can be considered one of the founding pillars of modern Cosmology;
2. that the Belgian astronomer Georges Lemaître, in 1927 published (in French) the paper entitled “*Un Univers homogène de masse constante et de rayon croissant rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques*” [1]. In this he first rediscovers Friedman’s dynamic solution to Einstein’s general relativity equations that describes an expanding universe. He also derives that the expansion of the universe implies the spectra of distant galaxies are redshifted by an amount proportional to their distance. Finally he uses published data on the velocities and photometric distances of galaxies to derive the rate of expansion of the universe (assuming the linear relation he had found on theoretical grounds);
3. that, at the time of publication, the limited popularity of the Journal in which Lemaître’s paper appeared and the language used made his remarkable discovery largely unperceived by the astronomical community;
4. that both Georges Lemaître (an IAU member since 1925 [2]) and the American astronomer Edwin Hubble (an IAU member since 1922 [3]) attended the 3rd IAU General Assembly in Leiden in July 1928 and exchanged views [4] about the relevance of the redshift vs distance observational data of the extragalactic nebulae to the emerging evolutionary model of the universe;
5. that Edwin Hubble, in 1929 published the paper entitled “*A Relation between Distance and Radial Velocity among Extra-Galactic Nebulae*” [5] in which he proposed and derived

the linear distance-velocity relation for galaxies, ultimately including new velocity data in his 1931 paper with Humason [6]. Soon after the publication of his papers, the cosmic expansion became universally known as the “Hubble law”;

6. that, in 1931, on invitation by the Journal Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, G. Lemaître translated in English his original 1927 paper [7], deliberately omitting the section in which he derived the rate of expansion because he “did not find advisable to reprint the [his] provisional discussion of radial velocities which is clearly of no actual interest, and also the geometrical note, which could be replaced by a small bibliography of ancient and new papers on the subject” [8];

desiring

7. to pay tribute to both Georges Lemaître and Edwin Hubble for their fundamental contributions to the development of modern cosmology;

8. to honour the intellectual integrity of Georges Lemaître that made him value more the progress of science rather than his own visibility;

9. to highlight the role of the IAU General Assemblies in fostering exchanges of views and international discussions;

10. to inform the future scientific discourses with historical facts;

resolves

11. to recommend that from now on the expansion of the universe be referred to as the “Hubble-Lemaître law”.

[1] *Annales de la Société Scientifique de Bruxelles*, A47, p. 49-59 (1927)

[2] Lemaître, G. 1950, *Ann d' Ap.*, 13, 344, as translated by David L Block, 2012, in *Georges Lemaître: Life, Science and Legacy*, eds. R.D. Holder and S. Mitton, *Astrophysics and Space Science Library*, Springer-Verlag: Berlin, Vol. 395, p. 89

[3] *IAU Transactions* Vol. 1, 1922

[4] Humason (<https://www.aip.org/history-programs/niels-bohr-library/oral-histories/4686>), as reported by Sidney van den Bergh, 2011, *JRASC*, Vol. 105, p. 197

[5] *Proceedings of the National Academy of Science, USA*, 15, 168 (1929)

[6] “The velocity-distance relation among extra-galactic nebulae”, *Astrophysical Journal*, Vol 74, p. 43-80 (1931)

[7] *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol. 91, p.483-490 (1931)

[8] Georges Lemaître, quoted by Mario Livio in *Nature*, Volume 479, Issue 7372, pp. 171-173 (2011)

＜参考資料 2＞ 国際天文学連合（IAU）の決議案の和訳

（原文との対応を取りやすいようあえて直訳に近い形式を残してある。[] は文献リストの番号である）。

第 30 回総会 第 30 回総会に提案された決議 決議 B4 ハッブルの法則の名称改定 IAU 執行委員会提案

国際天文学連合の第 30 回総会は、

以下のことを考慮して

1. 通常「ハッブルの法則」と言われている、銀河が見かけ上我々から遠ざかって行くように見えるという発見は、天文学の過去 100 年間の発展の中の画期的な出来事の一つであり、現代宇宙論の基礎の一つであること；

2. ベルギーの天文学者であるジョルジュ・ルメートルが 1927 年に「Un Univers homogène de masse constante et de rayon croissant rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques（系外星雲の視線速度を説明する質量が一定で半径が増加する一様な宇宙）」という題名の論文[1]を（フランス語で）出版した。この論文の中で彼はまず、アインシュタインの一般相対性理論の方程式に対する膨張宇宙を記述するフリードマンの動的解を再発見（注 2）した。さらに彼はまた、宇宙が膨張すれば遠方銀河のスペクトルが銀河までの距離に比例して赤方偏移することを示している。そして最後に彼は、出版されたデータに基づいて、銀河の速度と測光学的に求めた距離から（彼が理論的に見いだした比例関係を仮定して）、宇宙の膨張率を導き出したこと；

（注 2 フリードマンの解は 1922 年に公表されていたが、ルメートルはそれを知らなかった。）

3. この論文が出版されたとき、ルメートルの論文が掲載された学術誌の知名度は低く、また用いられた言語のせいもあり、彼の画期的な発見は天文研究者にほとんど知られなかったこと、

4. ジョルジュ・ルメートル（1925 年から IAU メンバー[2]）とアメリカの天文学者エドウィン・ハッブル（1922 年から IAU メンバー[3]）はともに 1928 年 7 月にライデンで開催された第 3 回国際天文学連合総会に出席し、系外星雲の赤方偏移と距離の観測データは、新たな宇宙の進化モデルに適合することに関して意見を交換した[4]こと；

5. エドウィン・ハッブルが 1929 年に「A Relation between Distance and Radial Velocity among Extra-Galactic Nebulae (系外星雲の距離と視線速度の関係)」というタイトルの論文 [5] を発表し、その中で、最終的には 1931 年のハマソンとの共著論文に載せた新しい視線速度のデータも含めて、銀河に対する距離と速度の比例関係を提案し導出したこと；

6. 1931 年に、Journal Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (英国王立天文学会が出版する学術誌) の招待に応じてルメートルは彼の 1927 年の原著論文を英語に翻訳した。その時彼は、宇宙の膨張率を導き出した節と宇宙の幾何学に関する脚注を、「明らかに今や関心のない (原著論文にあった) 視線速度の暫定的な議論、およびこの問題に関する過去及び新しく出た論文リストで置き換えられる宇宙の幾何学に関する脚注を再度ここに記述するのが良いとは思えない」 [8] との理由で、意図的に削除したこと；

また以下のことを強く希望して

7. ジョルジュ・ルメートルとエドウィン・ハッブルが現代宇宙論の発展に根本的な貢献をしたことを賞賛すること；

8. 自分自身の知名度よりも科学の発展により高い価値を見いだしたジョルジュ・ルメートルの知的高潔さをたたえること；

9. 意見を交換し国際的な議論を促進する国際天文学連合総会の役割を強調すること；

10. 将来の科学的な講演・論説・論文などに対して歴史的事実を示すこと；

次のように決議する

11. 今後、宇宙の膨張を表す法則は「ハッブルルメートルの法則」と呼ぶことを推奨する。

(参考文献リストは原文のまま)

-
- [1] Annales de la Société Scientifique de Bruxelles, A47, p. 49-59 (1927)
 - [2] Lemaitre, G. 1950, Ann d' Ap., 13, 344, as translated by David L Block, 2012, in Georges Lemaitre: Life, Science and Legacy, eds. R.D. Holder and S. Mitton, Astrophysics and Space Science Library, Springer-Verlag: Berlin, Vol. 395, p. 89
 - [3] IAU Transactions Vol. 1, 1922
 - [4] Humason (<https://www.aip.org/history-programs/niels-bohr-library/oral-histories/4686>), as reported by Sidney van den Bergh, 2011, JRASC, Vol. 105, p. 197
 - [5] Proceedings of the National Academy of Science, USA, 15, 168 (1929)
 - [6] "The velocity-distance relation among extra-galactic nebulae", Astrophysical Journal, Vol 74, p. 43-80 (1931)
 - [7] Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 91, p.483-490 (1931)
 - [8] Georges Lemaitre, quoted by Mario Livio in Nature, Volume 479, Issue 7372, pp. 171-173 (2011)

<参考資料3> ハッブルの1929年の論文の概要

“A RELATION BETWEEN DISTANCE AND RADIAL VELOCITY AMONG EXTRA-GALACTIC NEBULAE (系外星雲の距離と視線速度の関係)”, Edwin Hubble, communicated January 17, 1929, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Vol. 15(3), pp.168-173

当時視線速度の観測されていた系外星雲（今日言う「銀河」）は46個であった。この論文では、その中で24個の系外星雲に対してかなり信頼できる距離を求め、それらに対する太陽の運動（最終的には銀河系から見た星雲の運動に変換する）を調べた。ハッブルは系外星雲の距離を3種の方法で求めた。もっとも信頼できるセファイド変光星の周期-光度関係を用いる手法によるものが7個（うち2個はシャプレーによる距離を採用）、系外星雲中で最も明るい星の絶対等級はほぼ一定であるとして、それらの見かけの明るさから距離を求めたものが13個、および、おとめ座銀河団の距離を適用したものが4個である。視線速度としては、同僚のハマソン (M. Humason) の最新の測定値を4個の系外星雲に用いたが、それ以外はアメリカのヤーキス天文台のスライファー (V. Slipher) による観測データである。これらのデータから作成した以下の図1が速度-距離関係を示した有名な図である。この図のデータからハッブルは、視線速度と距離の間の比例定数（今日ではハッブル定数と呼ばれている）の値として530 km/s/Mpc と500 km/s/Mpc という値を求めている（注2）。

（注2 現時点でのハッブル定数の最良推定値は70-73 km/s/Mpc となっている；Beaton, R. et al. 2016, ApJ, 832, 210。当時の値との大きな違いの主な原因は、「セファイド変光星」に2種類あることが分かったこと、及びハッブルが星と思ったもののいくつかが実際は電離水素領域であったことである）

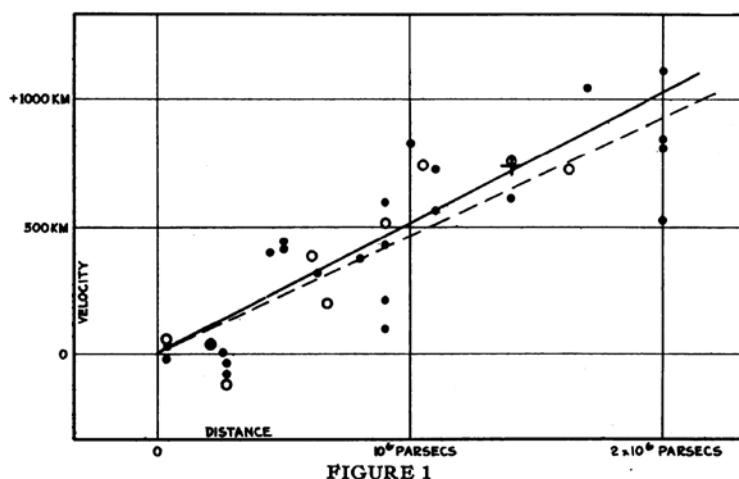


図1 距離の推定された24個の銀河（黒丸印）の後退速度を距離の関数としてプロットした図。白丸印はいくつかの銀河をグループにまとめたもの。実線と破線はそれぞれ黒丸と白丸のデータに対するベストフィットの直線を表す。またプラス印は距離の精度の低い別の22個の銀河に対する平均値を示す。

ハッブルは、視線速度と距離の比例関係を指摘したが、その解釈についてはごく簡単に、ド・ジッター宇宙モデル（指数関数的に膨張する、正の宇宙定数をもつ物質を含まない宇宙のモデル）に基づいた記述をしているだけである。そこでは「比例関係は限られた距離範囲において近似的に成り立っているのかも知れない」との含みも持たせている。

<参考資料4> ルメートルの1927年の論文の概要

“Un Univers homogène de masse constante et de rayon croissant rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques” (系外星雲の視線速度を説明する質量が一定で半径が増加する一様な宇宙), Note de M. l' Abbé G. Lemaître 1927, Annales de la Société Scientifique de Bruxelles, A47, pp.49-59

1931年出版の英語版:

“A Homogeneous Universe of Constant Mass and Increasing Radius accounting for the Radial Velocity of Extra-galactic Nebulae” (系外星雲の視線速度を説明する質量が一定で半径が増加する一様な宇宙), Abbé G. Lemaître 1931, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 91, pp.483-490

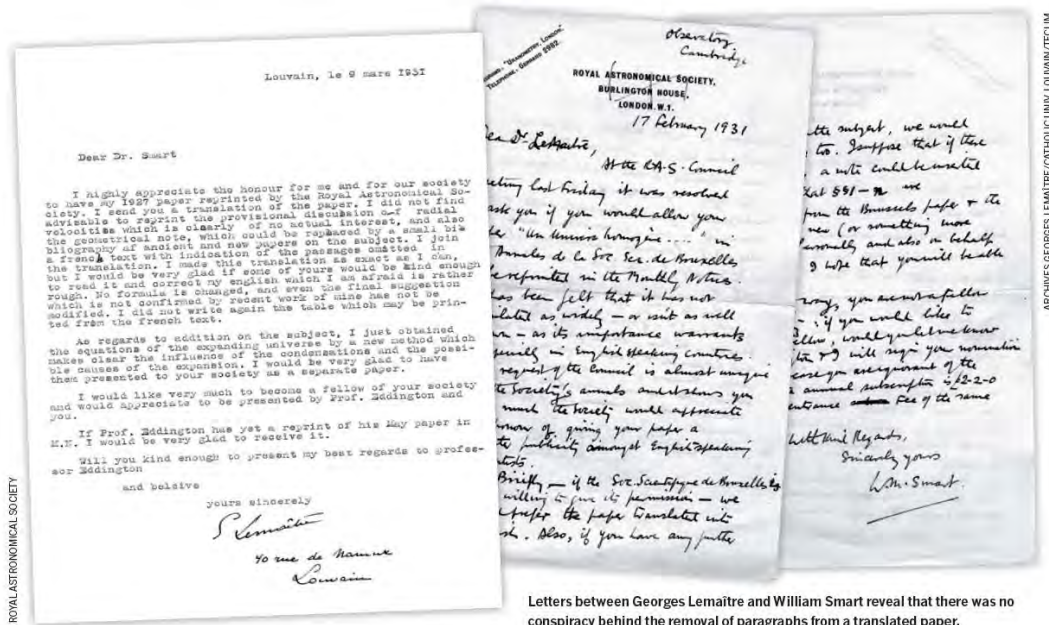
一様で質量一定の宇宙に対するアインシュタインの一般相対性理論の方程式の解を導出した。その解によると宇宙は膨張し、系外星雲の後退速度は距離に比例することが導かれる。さらにルメートルは、当時彼がデータを利用できた41個の系外星雲に対してハッブル定数を625 km/s/Mpcと求めた(データの扱い方によっては575 km/s/Mpcとなることが脚注に述べられている)。彼が用いたのは、スライファーにより測定され出版されていた系外星雲の視線速度と、ハッブルの1926年の論文(Hubble, E. 1926, Astrophysical Journal, Vol. 64, pp.321-369)に掲載されている系外星雲の距離の推定値である。

<参考資料5> リビオの2011年の論文の概要

“Mystery of the missing text solved (失われた文章の謎は解明された)”, Livio, M. 2011, Nature, Vol. 479, pp. 171-173

ルメートルの論文を英訳したのは誰か、また英訳に当たっていくつかの部分英訳時に削除された理由は何かを調べるためにリビオは原資料の調査を行った。王立天文学会誌の当時の編集長であったスマート(W. M. Smart)とルメートルの間でこの件に関してやりとりした書簡や王立天文学会の議事録等を調査した結果、「英訳したのはルメートル自身であったこと、削除に関しては何らの圧力はなくルメートル自身が決めたこと」という確証をリビオは得た。論文の最後で、リビオは次のように述べている。

「ルメートルの手紙はまた、1920年代の(何人かの)科学者の科学に対する気持ちをうかがわせる。ルメートルは彼の最初の発見に対する優先権を固執するなどということは決してなかった。ハッブルの結果が1929年に出版されたのであるから、それより以前の自分の暫定的な発見を1931年に再度繰り返し記述する意味はないと考えた。それよりも王立天文学会誌に彼の新しい論文、『膨張する宇宙』を出版することを彼は望んだのであり、それは後に実現した。」



Letters between Georges Lemaitre and William Smart reveal that there was no conspiracy behind the removal of paragraphs from a translated paper.

図2 ルメートルとスマートの間で交わされた書簡 (Livio, M. 2011, Nature, Vol 479, pp. 171-173 より転載)

<参考資料 6> 宇宙膨張の発見に関わった研究者達

今回 IAU は、速度-距離関係を宇宙の膨張と解釈してハッブル定数を導いたという観点からハッブルとルメートルの業績を再評価した。宇宙膨張の発見につながる貢献をした研究者は他にもいる。参考までに以下の人々を挙げておく。

(1) アメリカのリービット (H. S. Leavitt) はマゼラン雲中のセファイド変光星の観測データから 1912 年に「周期-光度関係」を発見して、銀河の距離決定の道を拓いた。

“Periods of 25 Variable Stars in the Small Magellanic Cloud”, Leavitt, H. and Pickering, E. 1912, Harvard College Observatory Circular, Vol. 173, pp. 1-3

(2) アメリカのスライファー (V. Slipher) は 1922 年までに 41 個の銀河の視線速度を測定しており、これを研究者の依頼に応じて提供していた。

“Mathematical Theory of Relativity”, Eddington, A. 1923 (Cambridge at The University Press) p. 162 の表。

(3) スウェーデンのルントマーク (K. Lundmark) は、1924 年に、球状星団や渦巻星雲などさまざまな天体の距離と視線速度の関係を当時のデータから提示した。渦巻星雲に関しては、視線速度のデータはスライファーの測定値を用い、距離は渦巻星雲の大きさと明るさが一定と仮定した。渦巻星雲の視線速度と距離の間に顕著な相関は見られなかった。

“The determination of the curvature of space-time in de Sitter’s world”, Lundmark, K. 1924, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 84, pp. 747-770

(4) アメリカのストレムベルク (G. Strömberg) は、球状星団と渦巻星雲に対して距離と視線速度の関係を示した。渦巻星雲に関しては、星雲の真の明るさが同じと仮定して距離

を求め、視線速度はスライファーの値を用いた。視線速度と距離の間に顕著な相関は見られなかった。「この論文が印刷されようとしているときにレントマークの論文（上記(3)）が出版されたが、結論はほぼ同じである」との注がつけられている。

“The Asymmetry in Stellar Motions as Determined from Radial Velocities”, Strömberg, G. 1925, *Astrophysical Journal*, Vol. 61, pp. 353-362

(5) アメリカのシルバースタイン (L. Silberstein) は、ド・ジッター宇宙モデルと観測データとの関連で球状星団や渦巻星雲の観測データについて論評する論文を多く書いている。ここでは1編のみ挙げる。

“The determination of the curvature radius of space-time. In reply to Dr. Knut Lundmark”, Silberstein, L. 1925, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol. 85, pp. 285-290

(6) アメリカのロバートソン (H. P. Robertson) は、1928年に *Philosophical magazine* に載せた論文 “On relativistic cosmology” で、速度-距離関係の存在を予言し、ハッブルの1926年の論文のデータとスライファーのデータを用いて、ハッブル定数に換算すると461 km/s/Mpc に相当する結果を得ている。ルメートルの1927年のフランス語の論文は知らなかったと思われる。

“Practical Cosmology: Inventing the Past”, Sandage, A. 1993, in ‘*The Deep Universe*’ eds. Sandage, A., Kron, R., Longair, M., Saas-Fee Advanced Course 23 (Springer-Verlag) の p. 96 にその記述がある。

(7) ハッブルの共同研究者であるハマソン (M. Humason) は、ハッブルの1929年の論文に使われた4つの銀河の視線速度の良質な観測データを提供した。ハッブルの論文の表1 (p. 169) に記述がある。

<参考資料7>審議経過

平成29年

12月28日 IAU分科会（第1回）、天文学・宇宙物理学分科会（第1回）
役員を選出、今後の進め方について

平成30年

9月18日 IAU分科会（第3回）、天文学・宇宙物理学分科会（第5回）
ハッブルの法則の改名を推奨するIAU決議への対応について

11月5日 IAU分科会（第4回）、天文学・宇宙物理学分科会（第6回）
提言案「ハッブルの法則の改名を推奨するIAU決議への対応」について
(メール審議にて承認)

12月19日 日本学術会議幹事会（第273回）
提言「ハッブルの法則の改名を推奨するIAU決議への対応」について承認