

## ENTREVISTA CON SATOSHI YAMAMOTO

(Interview with Satoshi Yamamoto: English version below)



Satoshi Yamamoto es profesor de Física en la Universidad de Tokio, en Japón. Su investigación se centra en la evolución de nubes de formación estelar hacia discos protoplanetarios. Con los radiotelescopios de última tecnología, su grupo lleva a cabo numerosas observaciones para estudiar la composición química de varias regiones de formación estelar, estudiando la diferenciación química sistemática que se da entre ellas. Para las futuras observaciones de algunas especies químicas clave como CH, CH<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>D<sup>+</sup>, están desarrollando en su laboratorio mezcladores de bolómetros de electrones calientes (*Hot Electron Bolometer*, HEB) superconductores. Están planificando instalar el receptor de este mezclador HEB en la antena *Atacama Submillimeter Telescope Experiment* (ASTE), ubicada en Chile, para llevar a cabo un muestreo de línea de regiones de formación estelar en la región THz.

## ¿Cuál es su campo de investigación?

Estamos estudiando la composición química de protoestrellas de baja masa. Un reto importante para la próxima década es profundizar en nuestro conocimiento de la evolución química de los núcleos protoestelares a discos protoplanetarios. Esto está relacionado, fundamentalmente, con la comprensión de nuestro propio origen. Recientemente encontramos una diversidad química en los núcleos protoestelares, y estamos interesados en cómo se traduce esa diversidad en los discos protoplanetarios. Hoy en día, con la instrumentación de la que disponemos, aún es difícil para nuestro campo llevar a cabo observaciones, pero será posible hacerlas con ALMA.

## ¿Cuáles cree que son los avances más importantes llevados a cabo en su campo en los últimos años?

Uno de los avances más importantes es el descubrimiento de moléculas orgánicas complejas como metanoato de metilo y dimetil éter en las cercanías de protoestrellas de baja masa. Este descubrimiento atrajo mucho la atención de los especialistas en ciencias planetarias, ya que se cree que este tipo de moléculas orgánicas complejas están relacionadas con los materiales orgánicos pre-solares encontrados en los meteoritos. Otro avance importante llevado a cabo por nuestro grupo es el descubrimiento de protoestrellas que esconden moléculas ricas en cadenas de carbono. En esas protoestrellas, normalmente escasean las moléculas orgánicas complejas. De ahí que ahora podamos reconocer la diversidad química entre protoestrellas de baja masa. El origen y el futuro de esa diversidad son las siguientes cuestiones que hay que investigar en este campo.

## Desde un punto de vista internacional, ¿dónde radica la importancia de encuentros como este?

Este encuentro internacional de astroquímica tiene una amplia tradición y se ha convertido en una oportunidad única para mantener discusiones interdisciplinares sobre astronomía, física y química. La química en el espacio tiene lugar en condiciones muy diferentes a las que se dan en la Tierra y, por tanto, su estudio ha proporcionado importantes temas de investigación muy interesantes para la Química. Al mismo tiempo, los análisis químicos de objetos celestes nos ofrecen nuevas herramientas para estudiar sus condiciones físicas y su evolución. Estas dos áreas de estudio se retroalimentan, y su importancia irá creciendo paulatinamente en la era de ALMA. La Astroquímica está relacionada con varios campos de investigación, por lo cual, si ningún tipo de duda, necesitamos este tipo de reuniones internacionales. Este encuentro que tiene lugar en Toledo justo antes de la primera ciencia de ALMA es sumamente oportuno.

## ¿Qué opina de la evolución y el futuro de la Astroquímica en España?

España tiene ya una larga y firme tradición en el campo de la Astroquímica. En particular, el trabajo de muestreo de línea hecho a la estrella IRC+10216 (una estrella de tipo tardío) y llevado a cabo con IRAM (en Pico Veleta, Granada) es un punto de referencia para la Astroquímica. Este muestreo detectó una serie de nuevas especies de moléculas incluyendo especies que contienen metales. Además de este éxito, varios grupos destacados de astroquímica están estudiando en profundidad la química de las regiones de formación estelar, los flujos y las estrellas de tipo tardío. Ahora España es uno de los países líderes en este campo. Esta tendencia crecerá en la era de los radiotelescopios ALMA.

## ¿Qué nuevos descubrimientos se esperan en las próximas décadas?

Gracias a las observaciones con ALMA, se desvelará la evolución química que se da cuando un núcleo protoestelar evoluciona a disco protoplanetario. Imagino que veremos la gran variedad de la evolución química de una fuente a otra. Estos resultados, que tendrán una gran repercusión, nos revelarán si nuestro Sistema Solar es único en el espacio desde un punto de vista químico.

### Entrevista en vídeo:

<http://www.youtube.com/watch?v=o3BuszVpPNQ>

### Más información:

<http://www.s.u-tokyo.ac.jp/en/people/index.php/YAMAMOTO%2C+Satoshi>

[http://www.resceu.s.u-tokyo.ac.jp/~submm/index\\_e.html](http://www.resceu.s.u-tokyo.ac.jp/~submm/index_e.html)

## Interview with Satoshi Yamamoto

Satoshi Yamamoto is Professor of Physics at the University of Tokyo, in Japan. His current research is on chemical evolution from star forming clouds to protoplanetary disks. With the state-of-the-art radio telescopes in the world, his group is conducting extensive observations of chemical compositions of various star forming regions, and is studying systematic chemical differentiation among them. For the future observation of some key chemical species like CH, CH<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>D<sup>+</sup>, they are also developing superconducting hot electron bolometer (HEB) mixers in a clean room of their laboratory. They are planning to install the HEB mixer receiver on the ASTE 10 m telescope in Chile to conduct a line survey of star forming regions in the THz region.

### **In what field do you develop your research?**

We are studying chemical compositions of low-mass protostars. A thorough understanding of chemical evolution from protostellar cores to protoplanetary disks is an important target for the next decade. This is essentially related to an understanding of the origin of ourselves. We recently found a chemical diversity in protostellar cores, and we are interested in how this diversity is brought into the protoplanetary disks. Observational approaches for this topic are still difficult with the currently available instruments, but they will be possible with ALMA.

### **Which ones do you consider are the most important advances done in the last years in your field?**

One of the most important advances is the discovery of complex organic molecules such as methyl formate and dimethyl ether in the closest vicinity of low-mass protostars. This discovery attracted much attention of planetary science people, because such complex organic molecules are thought to be related to the pre-solar organic materials found in meteorites. Another important advance is the discovery of the protostars which harbor rich carbon-chain molecules by our group. In these protostars, complex organic molecules are generally deficient. Hence, we can now recognize the chemical diversity among low-mass protostars. An origin and a future of the diversity are immediate topics in our field.

### **What's the relevance of this meeting in astrophysics from an international point of view?**

This astrochemistry meeting has a long tradition as a unique international opportunity for interdisciplinary discussions among astronomy, physics, and chemistry. Chemistry in space is occurring under the condition which is much different from the terrestrial conditions, and hence, it has been providing interesting and important research topics in chemistry. At the same time, chemical analyses of celestial objects provide us with

new tools to study their physical conditions and evolution. These two directions are growing by mutual interactions, and will be more and more important in the ALMA era. Astrochemistry is related to various existing research fields, so that we absolutely need this kind of international meetings. The present meeting held in Toledo just before the start of the early science of ALMA is very timely.

## What do you think about the evolution of Astrochemistry in Spain and its potential towards the future?

Spain has a long and strong tradition in Astrochemistry. In particular, the line survey work toward a late-type star IRC+10216 which was carried out with IRAM 30 m at Pico Veleta is a landmark for astrochemistry. With this survey, a number of new molecular species including metal-bearing species have been detected. In addition to this success, several strong astrochemistry groups are extensively studying chemistry in star forming regions, outflows, and late-type stars. Now Spain can be regarded as one of the leading countries in this field. This trend will be extended more and more in the ALMA era.

## What new things does your community expect to discover in the next decade?

Chemical evolution from protostellar cores to protoplanetary disks will be unveiled by extensive observations with ALMA. I suppose that we will see the significant variety of the chemical evolution from source to source. This result will provide us with an important implication how our solar system is unique in space from the chemical point of view.

### Video Interview:

<http://www.youtube.com/watch?v=o3BuszVpPNQ>

### More information:

<http://www.s.u-tokyo.ac.jp/en/people/index.php/YAMAMOTO%2C+Satoshi>

[http://www.resceu.s.u-tokyo.ac.jp/~submm/index\\_e.html](http://www.resceu.s.u-tokyo.ac.jp/~submm/index_e.html)